L'ARCHITECTURE MÉTALLIQUE

AU XIXe SIÈCLE

ET

L'EXPOSITION DE 1889, A PARIS

PAR

A. VIERENDEEL
INGÉNIEUR-ARCHITECTE
Ingénieur en Chef, Directeur du Service Technique
de la Flandre Occidentale
Ancien Ingénieur-Chef de Service des Ateliers
de Construction de La Louvière

BRUXELLES
LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE
E. RAMLOT
Rue Grétry, 17, et rue Henri Maus, 21
1890

L'ARCHITECTURE MÉTALLIQUE

AU XIX[e] SIÈCLE

L'ARCHITECTURE

MÉTALLIQUE

AU XIXe SIÈCLE

ET

L'EXPOSITION DE 1889, A PARIS

PAR

A. VIERENDEEL

INGÉNIEUR-ARCHITECTE

Ingénieur en Chef, Directeur du Service Technique
de la Flandre Occidentale

Ancien Ingénieur-Chef de Service des Ateliers
de Construction de La Louvière

BRUXELLES

Librairie Scientifique, Industrielle et Agricole

E. RAMLOT

Rue Grétry, 17, et rue Henri Maus, 21

1890

AVANT-PROPOS.

Nous donnons dans ce petit travail le résumé de nos observations et réflexions sur une architecture actuellement en voie de formation, architecture basée sur l'emploi du métal, fer, fonte ou acier, comme élément essentiel.

L'Exposition de cette année à Paris, où cette architecture joue un rôle prépondérant, était une occasion toute naturelle de communiquer au public le résultat de nos études sur cet intéressant sujet.

Nous ne nous sommes pas borné à l'exposé vague d'une esthétique toute théorique, acceptable par tout le monde par le fait même qu'elle ne formulait rien de précis ni de bien pratique, non ! nous nous sommes enhardi à donner quelques règles essentielles déduites de l'observation et qui, d'après nous, doivent dominer toute l'architectonique du métal.

Voilà une entreprise bien présomptueuse, dira-t-on peut-être.

Nous le confessons.

Vos règles sont bien discutables, ajoutera-t-on probablement après lecture.

Possible.

Il ne nous étonne nullement que ces règles soient discutables, nous ne les donnons pas comme définitives ; c'est précisément dans le but de les voir discutées que nous les avons formulées à nos risques et périls.

Le sujet est neuf, très obscur encore, la discussion seule peut l'élucider et le préciser; nous la désirons de tous nos vœux.

Septembre 1889.

L'AUTEUR.

L'ARCHITECTURE

MÉTALLIQUE

AU XIX[e] SIÈCLE

ET

L'EXPOSITION DE 1889, A PARIS

I. — GÉNÉRALITÉS.

L'Exposition de Paris se distingue surtout par les immenses constructions métalliques qui y ont été élevées comme par enchantement :Tour de 300 mètres, Palais des machines, Dôme central, dômes des Palais des beaux-arts et des arts libéraux, voilà les constructions monumentales qui tout d'abord frappent les yeux et attirent l'attention du visiteur émerveillé.

La Tour de 300 mètres surtout captive les regards. Elle se dresse là, immense arc de triomphe, fièrement campée à l'entrée de cette voie royale qui, bordée des chefs-d'œuvre de la sculpture contemporaine, s'étend entre les Palais des beaux-arts et des arts libéraux et passe sous le Dôme central pour aboutir au Palais des machines, colossal vaisseau où le métal, affirmant sa puissance quasi sans limites, d'un seul coup d'ailes

franchit 110 mètres en largeur et embrasse une étendue d'au-delà les cinq hectares.

La Tour Eiffel et le Palais des machines voilà, au point de vue architectural, les deux caractéristiques de l'Exposition de Paris.

Ces deux monuments nous disent la puissance du métal et celle de l'industrie moderne. Ils symbolisent d'une façon grandiose le pouvoir que l'homme a acquis sur la matière.

Sans nous enfler d'un orgueil insensé,nous pouvons cependant les contempler avec une légitime fierté et nous demander :

Qu'est-ce qui est encore impossible à l'homme comme construction dans les limites de la planète qu'il habite ?

Les hauteurs ?...... elles sont à lui. La Tour Eiffel escalade trois cents mètres sur la verticale et nous prouve que ce n'est qu'une étape ; ce qui s'est fait à trois cents mètres peut se faire bien plus haut encore.

Jusqu'où ?......

Nous n'en savons rien, personne ne le sait, tout ce que nous savons, c'est que le métal à trois cents mètres est loin d'avoir atteint les limites de sa puissance.

L'étendue ?...... elle est à nous également. Les sommiers cintrés du Palais des machines franchissent 110 mètres sur l'horizontale, et ce bond est loin d'avoir essoufflé le métal, il est tout prêt à s'élancer plus loin, plus loin encore......., il suffit que l'homme commande.

On dirait que pour le métal, fer ou acier, l'attraction terrestre n'existe pas, il la dédaigne, il s'élance et plane en dépit de la pesanteur ; il la combat et la

vainc non au moyen de colonnes mais par l'énergie latente qui anime tout son être. Les encorbellements les plus hardis,les porte-à-faux les plus prestigieux se réalisent avec aisance là où le métal intervient ; en un mot le métal se passe du point d'appui, il fait fi de la colonne.

Arrêtons-nous un instant sur cette pensée, elle nous permettra d'entrevoir tout l'avenir réservé au fer et à l'acier en matière de constructions architecturales.

Toutes les architectures antérieures depuis la massive architecture égyptienne et l'assyrienne jusque celle, svelte, hardie, aérienne, des Gothiques, toutes ont dû recourir à de multiples colonnes réparties sur un espace relativement restreint. Or, que voyons-nous aujourd'hui ? Dans cet immense vaisseau du *Palais des machines* aucune colonne ne se rencontre sur l'étendue des cinq hectares couverts. C'est à peine si les sommiers de l'ossature métallique touchent la terre, et encore pour ce faire la colonne leur est inutile, ils se recourbent gracieusement à leurs extrémités et délicatement prennent contact avec le sol, aussi peu que possible d'ailleurs, au moyen de simples rotules, et regrettant, dirait-on, cet attouchement impur, aussitôt ils s'élancent dans les airs pour ne retomber qu'à une centaine de mètres plus loin.

Pour tout esprit philosophique, il y a là une indication qui, abstraction faite de la forme esthétique sous laquelle elle se présente, ouvre à l'imagination de vastes horizons.

Depuis la *Renaissance* et surtout depuis le commencement de ce siècle, on cherche vainement du nouveau en architecture ; cette puissance latente du métal, élé-

ment tout nouveau dans l'art des constructions, ne fournira-t-elle pas la solution du problème ?

C'est une remarque déjà faite : depuis les temps les plus reculés jusqu'à l'époque moderne, au fur et à mesure que les civilisations succédaient aux civilisations, toujours les types architecturaux, spéciaux à chacune d'elles, ont été en s'élégissant, c'est-à-dire que les vides ont pris plus d'importance relativement aux pleins.

L'architecture égyptienne, la première en date, ne consiste en réalité qu'en étroits couloirs percés dans de colossales masses de maçonneries.

Les Assyriens, par l'invention, ou tout au moins l'application sur une vaste échelle de la voûte en berceau, donnèrent déjà beaucoup plus d'importance aux vides.

Les Grecs, tout en s'en tenant à la plate-bande égyptienne, surent cependant, grâce à la finesse de leur goût, imprimer à leur architecture un cachet bien plus léger encore ; ce n'est plus la masse rébarbative des Égyptiens et des Assyriens; si le peuple n'est pas encore admis dans le temple, tout au moins il peut se promener sous le péristyle qui l'entoure.

Les Romains, par l'usage de la voûte d'arête qui est un des principaux éléments de leur architecture, augmentèrent de beaucoup la capacité de leurs édifices, les vides y prédominent décidément. Le peuple a accès dans la plupart d'entre eux : les thermes, les amphithéâtres, les basiliques, les hippodromes.

Les Byzantins, par l'invention de la coupole sur pendentifs, accentuèrent le mouvement commencé par les Romains.

Les Gothiques vinrent enfin, et, constructeurs incomparables, artistes ingénieux, ils poussèrent l'usage de la

pierre et de la brique aux dernières limites du possible, ils en tirèrent le maximum d'effet utile. Leurs monuments, c'est un vide intérieur à peine séparé du monde extérieur par une mince et aérienne enveloppe. Ils ne s'arrêtèrent dans l'emploi de la pierre que devant l'impossibilité radicale d'aller plus loin, et toute la science de nos ingénieurs secondée par la puissance des moyens d'exécution modernes ne pourrait réaliser avec la pierre des constructions plus hardies que ne le firent les Gothiques. Ils épuisèrent vraiment les possibilités constructives de la pierre ; aussi l'architecture s'arrêta avec eux et depuis lors elle marque le pas. Mais les impossibilités de la pierre n'existent pas pour le métal, s'appuyant sur lui l'architecture pourra reprendre sa marche en avant et le vide poursuivre sa victoire finale sur le plein. Là où les Gothiques ont dû s'arrêter, les modernes peuvent passer. Qu'ils renouent la tradition interrompue au XVI[e] siècle. Que les artistes guidés par la raison donnent libre cours à leurs conceptions, les plus hardies sont devenues possibles,le métal souple et puissant peut les réaliser toutes; grâce à lui nous possédons le germe d'une nouvelle architecture, à nous de la faire éclore.

Le métal se différencie de la pierre par une propriété essentielle : la pierre ne peut résister que par compression, le métal peut en outre résister par extension et comme conséquence par flexion. Là est le secret de ses destinées.

L'antique plate-bande ne pouvait que difficultueusement franchir le léger espace d'une colonne à l'autre, aujourd'hui, exécutée en fer ou en acier, elle peut franchir des fleuves.

Pour un arc en pierre la courbe de pression ne peut déborder ni à l'extrados ni à l'intrados, pour un arc en métal elle est parfaitement libre dans ses allures.

Pendant 6000 ans les architectes n'ont possédé que la pierre, depuis hier ils possèdent et la pierre et le fer, or le fer comparé à la pierre jouit de propriétés éminentes : il est solide, il est léger, ses dimensions sont sans limites,avec lui toutes les hardiesses sont permises sans témérité, avec lui rien n'est impossible. Le génie de Michel-Ange, en mal d'enfantement de Saint-Pierre de Rome, rêvait comme effort maximum de planter le *Panthéon d'Agrippa* sur le *Temple de la Paix*. Aujourd'hui grâce au métal ce ne serait guère difficile.

Le métal est un élément royal, on peut en tirer des effets architecturaux à nuls autres pareils ; pour cela il suffit d'un artiste qui le sache plier à toutes ses volontés, il suffit d'un architecte qui le domine comme les ingénieurs le dominent aujourd'hui. Nous verrons plus loin comment ce pouvoir s'acquiert.

Cette architecture, où les espaces couverts dégagés de toute colonne ou obstacle quelconque assument tant d'importance, vient d'ailleurs à son heure. Les peuples modernes sont devenus homogènes. Plus de distinction de castes ni de classes, plus de privilèges, égalité pour tous, pour tous les mêmes droits et les mêmes devoirs,tous ne forment qu'un; de là la nécessité de vastes salles où tous puissent se réunir soit pour la politique, soit pour les plaisirs, le négoce, la discussion des questions d'intérêt général ; de là la nécessité des halles, des gares, des bourses, des cirques, des casinos, des bibliothèques, etc.

Voilà environ cinquante ans que le métal, fer ou

fonte, est entré dans la pratique des constructions, entré comme élément important bien entendu. Auparavant il n'intervenait que très accessoirement, comme tirants ou ancrages, pièces très secondaires noyées dans l'ensemble et n'y jouant aucun rôle architectural ; mais depuis lors l'industrie perfectionnant ses procédés est parvenue à livrer le métal à des prix de plus en plus bas et sous des dimensions de plus en plus fortes ; aussi les constructions métalliques ont-elles pris un développement vraiment prestigieux et tout à fait inespéré.

Parmi les constructions marquantes qui s'élevèrent dans ces derniers temps grâce à l'intervention du nouvel élément constructif, le métal, nous comptons :

Le *Palais de cristal* érigé en 1851 à Hyde-Park et puis à Sydenham près de Londres.

Le *Palais de l'Industrie* élevé aux Champs Élysées à Paris en 1855.

Les *Halles centrales* de Paris construites en 1862 et qui furent un notable progrès en ce sens qu'elles réalisèrent heureusement l'alliance du fer et de la brique.

Les bâtiments de l'exposition de 1867 à Paris.

La grande coupole de l'exposition de Vienne en 1873.

La belle halle couverte de la gare Saint-Pancras érigée en 1875 à Londres. Cette gare forme la tête de ligne du *Middland Railway*. Peu de temps après les villes de Glasgow et Manchester eurent des halles analogues.

La serre monumentale et grandiose érigée dans le parc du château royal de Laeken sous l'inspiration de Sa Majesté Léopold II et la direction de l'architecte Balat.

Les bâtiments de l'exposition de 1878 à Paris.

Les deux pavillons de tête de l'exposition de 1880 à Bruxelles.

La gare de Francfort-sur-le-Mein inaugurée en 1888.

Enfin, la *Tour Eiffel*, le *Palais des machines* et les *dômes* érigés à l'exposition de cette année à Paris,

Que l'on étudie et compare ces constructions et l'on saisira sur le fait et assistera, pour ainsi dire, à la lente et graduelle éclosion d'une forme esthétique nouvelle, spéciale au métal, latente dans le métal, forme encore vague et indécise aujourd'hui, toutefois réelle et qui, se développant,doit nécessairement aboutir à de nouveaux types architecturaux.

On a dit et répété: l'ingénieur n'a pas de goût. Comprenons-nous. L'ingénieur n'est pas du tout insensible à la forme, souvent il la recherche même, mais que de difficultés! Il ne peut dans cette voie recourir ni à Vignole, ni à Vitruve, ni à Pugin, ni à ces nombreux albums décoratifs qui sont d'un si grand secours aux architectes. Rien de tout cela n'existe pour le métal, tout est à créer, tout comme à l'origine des âges tout était à créer pour la pierre. Qui donc dans ces conditions osera accuser l'ingénieur de ne pas avoir de goût, c'est-à-dire, de ne pas réussir dans son travail de *création?*

L'observation prouve que ce sont jusqu'ici quasi les seuls ingénieurs qui se sont efficacement préoccupés de la recherche des formes architecturales propres au métal, et ils l'ont fait non sans succès. Au surplus, ils ont pour de semblables recherches un certain avantage sur les architectes. N'ayant guère étudié les styles archéologiques, leur mémoire n'est pas surchargée des types architecturaux antérieurs, leur imagination,

guidée par la raison, peut donc s'exercer en toute liberté, elle n'est ni entravée ni obscurcie par des réminiscences archéologiques, et de là l'originalité de certaines de leurs dispositions. Il se produit ici un phénomène analogue à celui qui s'est produit du IXe au XIIe siècle de notre ère : les constructeurs de cette époque, ignorant les procédés des Grecs et des Romains, ne pouvant donc imiter, se replièrent sur eux-mêmes, faisant de nécessité vertu ils creusèrent leur propre fonds et il en sortit un art nouveau. Le gothique n'eût probablement jamais vu le jour si les bâtisseurs de l'an mil eussent été aussi ferrés sur l'archéologie grecque et romaine que ceux du XVIe siècle.

Que l'on ne se méprenne pas toutefois sur la portée de notre pensée. Nous ne préconisons pas l'ignorance des ingénieurs en matière archéologique. Non! Nous constatons simplement ce qui s'est passé jusqu'ici et nous établissons une similitude avec ce qui s'est passé aux époques qui ont précédé l'éclosion du style gothique.

Dès les premiers temps, les ingénieurs qui combinèrent des charpentes métalliques, eurent pour principale préoccupation, là où l'économie n'était pas de rigueur, d'en assurer l'équilibre sans l'intervention de ces barres de fer transversales que l'on nomme des *tirants*. Leur goût leur indiquait que la solution de ce problème était d'une importance majeure pour le bon aspect intérieur des édifices. Les Gothiques se livrèrent aux mêmes recherches, jamais ils n'ont voulu équilibrer la poussée de leurs voûtes au moyen de tirants transversaux. Cet entêtement leur valut la découverte des éléments les plus importants et les plus

pittoresques de leur architecture. Rien de plus déplaisant en effet, de moins architectural, que ces nombreuses barres, vraies ficelles de métal, que l'ont voit à l'intérieur de toutes nos gares belges, courant dans tous les sens, fouillis inextricable qui trouble la perspective, fatigue les yeux, et dénote l'impuissance ou la pusillanimité du constructeur qui n'a trouvé que ce moyen vulgaire pour équilibrer sa construction.

Les tirants forment la base du canevas des fermes *à la Polonceau* inventées vers 1837; mais dès 1851 ils disparaissent au *Palais de cristal* tout comme en 1855 au *Palais de l'Industrie.* Toutefois à Paris comme à Londres l'équilibre des poussées est obtenu par un moyen sans originalité, par l'emploi de contreforts métalliques encombrants et coûteux rappelant les contreforts de nos cathédrales.

Aux bâtiments de l'exposition de 1867 à Paris, les contreforts furent supprimés et les tirants des arcs métalliques reportés au-dessus de ceux-ci; le dessous des voûtes se trouvait donc parfaitement dégagé. Toutefois ce n'était pas une solution mais un expédient. Il était peu pratique de reporter les tirants d'une voûte au-dessus des toitures.

La vraie solution fut trouvée par les Anglais en 1875 à la gare Saint-Pancras à Londres. Les arcs furent prolongés jusqu'au sol et leur poussée équilibrée par un tirant placé sous le sol; solution très rationnelle et très pratique.

Un ingénieur français, monsieur de Dion, perfectionna la solution anglaise, il donna à l'arc une forme plus élégante et l'équilibra non plus par un tirant transversal, mais par la stabilité propre des massifs de

fondation; en un mot, il supprima complètement les tirants.

Nous croyons que la solution anglaise, perfectionnée par monsieur de Dion, constitue un type définitivement acquis à l'architecture métallique de l'avenir.

L'ossature métallique du hall des machines de l'exposition de 1878 à Paris était composée de fermes du type de Dion. Leur portée était de 35 mètres. Cette construction avait grande allure, elle fit l'admiration de tous les visiteurs.

Les charpentes des deux pavillons de tête de l'exposition de 1880 à Bruxelles et celles du Palais des machines à Paris dérivent du type Saint-Pancras de Londres modifié, en ce qui concerne le Palais des machines, par l'introduction de rotules à la clef et aux retombées. Ces rotules ne constituent pas une innovation essentielle, elles ont déjà été appliquées aux ponts; nous croyons même que ce système, tout au moins en ce qui concerne les rotules de pied, n'est pas destiné à faire école, et ce pour des raisons esthétiques que nous aurons l'occasion d'exposer plus loin.

La plupart des autres charpentes de l'exposition de 1889 dérivent du type de Dion plus ou moins altéré dans certains détails secondaires.

Ci-dessus nous avons eu l'occasion d'appeler l'attention sur le rôle de plus en plus effacé que semblaient devoir jouer les colonnes proprement dites dans les grandes constructions métalliques. A l'origine : au *Palais de cristal* à Londres, au *Palais de l'Industrie* à Paris, aux *Halles centrales*, aux bâtiments de l'exposition de 1867 à Paris, on les trouve encore ; mais à partir de cette époque, elles ont une tendance à dispa-

raître, elles n'existent plus à Saint-Pancras, ni à la galerie des machines et surtout aux annexes de l'exposition de 1878 à Paris, ni aux deux pavillons de tête de l'exposition de 1880 à Bruxelles, ni au *Palais des machines* de 1889 à Paris ; pour toutes ces constructions ce sont les sommiers cintrés de la charpente qui se prolongent et viennent directement en contact avec le sol. La disparition de la colonne comme support distinct est d'ailleurs un corollaire quasi obligé de la disparition du tirant.

Il est aussi à remarquer que les dômes des Palais des beaux-arts et des arts libéraux à l'exposition de Paris, n'ont pas non plus des colonnes proprement dites en tant que supports distincts des sommiers cintrés qui soutiennent la couronne des dômes.

Nous venons de parler de dôme. Arrêtons-nous-y un instant. C'est une forme architecturale grandiose et monumentale par excellence. Les Byzantins en le plantant sur pendentifs, c'est à dire en parvenant à l'élever sur plan carré, lui donnèrent sa forme esthétique définitive. Les dômes ont un aspect plus grave, plus noble, plus solennel que les flèches de nos cathédrales. Rome en est couronnée comme de multiples tiares et lui doit cet aspect tout particulier qui symbolise si bien la capitale du catholicisme et le siège de la Papauté. C'est au dôme de sa cathédrale que Florence doit une grande partie de sa célébrité. Les dômes du Panthéon et des Invalides à Paris, celui de Saint-Paul à Londres sont l'orgueil de ces deux capitales.

Le dôme a toujours été considéré comme le travail le plus aléatoire que puisse rencontrer un architecte. Qui ne se rappelle les difficultés sans nombre que ren-

contrèrent les successeurs de *Michel-Ange* dans l'édification du dôme de Saint-Pierre à Rome, et les déboires de *Soufflot* travaillant au dôme du Panthéon à Paris ?

Or aujourdhui, grâce à l'intervention du fer, la difficulté est notablement atténuée. Le dôme de l'exposition de Vienne et les trois dômes principaux de l'exposition de Paris en sont les preuves.

Il est bien vrai que ces dômes n'ont pas l'ampleur, la sérénité, la solennité grandiose, ce caractère de majesté robuste et de puissance indestructible de ceux cités ci-dessus, mais aussi ils ne constituent pas le dernier mot du fer dans cette voie ; tels qu'ils sont, l'effet qu'ils produisent tant à l'extérieur qu'à l'intérieur est déjà monumental, et ils autorisent les plus belles espérances pour l'avenir.

La grande serre érigée par le roi Léopold II dans le parc du château de Laeken constitue une espèce particulière de dôme. Surgissant directement du sol sur un diamètre de 60 mètres, il s'élève à 35 mètres de hauteur. Cette construction élégante et hardie, que le fer seul pouvait réaliser, constitue une des multiples preuves des ressources variées que présente le métal au point de vue architectural.

Après les considérations générales ci-dessus, nous allons sommairement décrire, et apprécier au point de vue esthétique, les principales constructions métalliques de l'Exposition de Paris.



II. — LA TOUR DE 300 MÈTRES.

Cette tour toute en fer est incontestablement le monument le plus original de l'exposition actuellement ouverte à Paris.

C'est une œuvre hardie comme conception et comme exécution. Toutefois, ainsi que toute œuvre nouvelle, elle ne s'exécuta pas sans entraves.

Les architectes et la plupart des artistes, M.Garnier de l'opéra en tête, protestèrent énergiquement alors qu'un ingénieur, un intrus donc, lança cette outrecuidante idée d'élever dans Paris un monument tout en fer, une tour qui monterait à 300 mètres de hauteur.

Ils crièrent à l'abomination de la désolation.

Un béotien s'introduisait dans le temple des arts.

Vitruve ni Vignole n'avaient pas prévu pareille construction, comment donc pourrait-elle être belle ?

Le Paris de Notre-Dame, du Louvre, du Dôme des Invalides, du Panthéon allait être déshonoré.

C'était de l'industrialisme, de l'américanisme, que sais-je encore ? L'Art,le grand Art était perdu,la lourde main des ingénieurs allait s'appesantir sur lui et l'étouffer !... etc... etc.

Elle est très curieuse et très amusante à relire cette fameuse protestation que tous les grands noms de Paris dans le monde des arts n'hésitèrent pas à signer et envoyèrent au Président de la République.

Errare humanum est !

Heureusement le Gouvernement vit les choses de plus haut. L'histoire était d'ailleurs là pour l'instruire. Il se rappela que le progrès souvent est la conséquence d'une tentative hardie quand bien même elle vient à avorter. Il n'hésita pas. Il fut heureux de pouvoir autoriser un monument qui n'avait rien de commun avec les banalités grecques ou gothiques. Il signa des deux mains, et l'ingénieur, M. Eiffel, eut carte blanche.

Il se mit aussitôt à la besogne et la poursuivit avec calme. La critique le laissa parfaitement indifférent.

La tour s'éleva lentement mais sûrement.

Et aujourd'hui, qu'elle se profile fièrement sur l'horizon de Paris, que de son galbe hardi elle domine tous les monuments de la ville, elle se montre, dans sa noble prestance, vraiment digne de cette capitale des arts et de l'intelligence.

Les artistes eux-mêmes lui rendent justice. Beaucoup des signataires de la fameuse protestation ont de bonne grâce reconnu leur erreur.

Il est de fait que, dans son ensemble et vue à une certaine distance, la tour est grandiose, sa silhouette est vraiment belle, elle est svelte, hardie et élégante.

Ses ajours discrètement traversés par la lumière du ciel, lui donnent de la légèreté et du mouvement ; tandis que pleine elle se fût présentée sous l'aspect d'une noire et rebarbative cheminée.

Cette tour constituera un des monuments caractéristiques du XIXe siècle, elle sera la glorification de l'art de l'ingénieur à notre époque.

Nous ne voulons pas dire que ce monument soit un chef-d'œuvre, loin de là, nous ne méconnaissons pas les critiques fondées qu'on peut lui adresser. Il est

indubitable que vu à l'intérieur,par exemple, l'effet produit est très drôle, l'œil ne s'y retrouve plus dans ce fouillis de barres qui, comme un paquet de muscles, s'entrecroisent et s'enchevêtrent dans tous les sens ; l'impression produite, toujours puissante cependant, est celle d'un immense échafaudage en fer.

Il faut aussi reconnaître que la décoration du premier étage de la tour, et surtout de son sommet, est mesquine, elle manque essentiellement de relief, elle ne se détache pas suffisamment sur le ciel. Les Gothiques nous pourraient en cette matière donner d'utiles leçons, ils s'entendaient parfaitement à faire valoir, malgré les distances, les ornements dont ils couronnaient leurs édifices ; leur optique sous ce rapport était incomparablement plus avancée que la nôtre.

Quoi qu'il en soit de ces critiques, il est indubitable que la tour, telle qu'elle est, constitue un progrès dans l'art des constructions métalliques ; elle marque une très sérieuse étape dans la voie de l'architecture de l'avenir.

Nous ne nous attarderons pas à la décrire longuement, tout le monde l'a vue ou en a lu une description.

Le sommet extrême de la tour atteint l'altitude de 300 mètres.

Le pied couvre un espace carré de 125 mètres sur 125 mètres,donc un hectare et demi. C'est assez dire que bien peu de villes pourront se permettre le luxe d'une pareille construction faute d'espace pour en loger le pied ; elles sont très rares en effet les places publiques qui ont un hectare et demi et même un hectare de superficie.

La tour se compose essentiellement de quatre grandes nervures en fer dont l'écartement va en diminuant de la base au sommet. L'effet d'élancement produit par ces nervures montantes, dont les courbes se rapprochent asymptotiquement, est très accentué et nous ne comprenons vraiment pas ceux qui prétendent que la tour ne représente pas 300 mètres. Ils se sont probablement imaginés *a priori* que 300 mètres constituait une hauteur sans fin, quelque chose comme les limites de l'atmosphère et que pour les contempler il fallait se donner un torticolis. Les nervures s'appuient au pied sur une voûte métallique de 50 mètres de hauteur sous clef et d'un hectare et demi d'amplitude, voûte qui repose en quatre points seulement.

Quand, pour la première fois, on s'engage sous ces immenses arcatures on s'arrête saisi d'admiration.

Un seul mot vient à la bouche : c'est grandiose !

Les diverses impressions ressenties sont d'autant plus vives que dans son ensemble la construction est d'une composition très simple, très accessible à l'esprit. Il n'y a que les éléments essentiels, quatre montants et leurs liaisons nécessaires. Pas de superfétations, pas de décorations-colifichets, rien que des membrures, en un mot, de l'architecture dans toute sa noble simplicité.

La courbe des arêtes n'est pas une courbe de fantaisie ou de sentiment, ce n'est pas l'imagination qui a guidé le crayon de l'ingénieur, c'est une équation mathématique.

Cette courbe pourrait s'intituler la *courbe des vents*, elle a été calculée de façon qu'en chaque point les membrures de la tour opposent au vent le maximum de résistance.

A l'œil cette courbe, qui semble vouloir escalader le ciel, a un aspect tout à la fois souple et vigoureux.

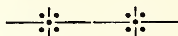
On se rend parfaitement compte que la tour, ainsi fièrement campée sur ses quatre jambages écartés, puisse, sans crainte, affronter les vents les plus violents.

On a dit que la tour ne se conserverait pas, que, rongée par la rouille, elle s'écroulerait sous le poids de ses propres misères.

Nous aurons plus loin l'occasion de parler de cette question de la rouille, qu'il nous suffise de dire pour le moment que la tour se conservera si on l'entretient. L'entretien, voilà d'ailleurs le seul moyen jusqu'ici connu pour la conservation de n'importe quoi ici-bas; un monument en pierre sans entretien se ruine tout comme une construction en fer et même tout aussi rapidement quelquefois.

Les utilitaires à outrance ont cru condamner la tour en demandant quel pourrait bien être l'usage de cette aiguille de 300 mètres.

Nous ne nous arrêterons pas à discuter la question très controversée de l'utilité quand même en matière d'œuvres d'art, nous ne décrirons pas non plus les nombreux avantages, au point de vue scientifique et pratique, que présentera cet accès rendu possible au sommet d'une verticale de 300 mètres ; non, nous demanderons tout simplement à nos contradicteurs quelle peut bien être l'utilité des deux tours de 159 mètres qui flanquent la cathédrale de Cologne ou des cinq tours qui cantonnent la cathédrale de Tournai.



III. — LE PALAIS DES MACHINES.

Cette construction hors pair est constituée d'une immense voûte métallique qui a 115 mètres de largeur dans œuvre, 45 mètres de hauteur sous clef et 423 mètres de longueur totale. Elle couvre une surface de 48 645 mètres carrés,soit environ cinq hectares;cela, non compris les galeries qui la flanquent de droite et de gauche.

La plus grande charpente construite jusqu'ici était celle de la gare Saint-Pancras à Londres ; cette charpente est toutefois notablement inférieure à celle du Palais des machines, elle n'a que 73 mètres de largeur et 25 mètres de hauteur.

Il est à remarquer que les dimensions que nous indiquons ci-dessus sont celles comprises entre colonnes, c'est-à-dire que, pour le Palais des machines, sur toute l'étendue des cinq hectares couverts il n'existe aucun support intermédiaire, la voûte repose par ses extrémités seulement.

Le métal employé dans la construction de cette voûte est l'acier. L'acier n'est en réalité que du fer perfectionné; il est plus tenace que le fer, de ce chef il permet des ossatures métalliques plus légères à égalité de résistance et de force portante. L'emploi de l'acier dans les grandes constructions métalliques est de date relativement récente, 10 à 15 ans au maximum ; sa ténacité et sa légèreté ont permis d'exécuter des travaux, de franchir des espaces, qu'on n'eût guère pu affronter avec le fer seul; ainsi le grand pont pour chemin de fer sur le Forth en Écosse n'eût pas été exécutable en fer.

La voûte du *Palais des machines* étonne, mais elle n'empoigne pas et cela parce qu'elle manque de proportions dans l'ensemble et dans les détails.

Dans l'ensemble : ayant 115 mètres de large, 423 mètres de long et 45 mètres de hauteur seulement, elle ressemble plutôt à un immense tunnel métallique qu'à une nef.

Pour une largeur de 115 mètres, il fallait une hauteur équivalente. On se récriera peut-être : une nef de 115 mètres de hauteur ! une nef sous laquelle une flèche de cathédrale pourrait passer la tête haute ! mais c'est de l'aberration ! dira-t-on. Permettez. Il est une loi architecturale inéluctable, c'est la loi des proportions. Sans proportions, point de beauté ni de grandeur réelles. Cette loi, en ce qui concerne les dimensions intérieures d'une salle voûtée, a été déterminée empiriquement par l'examen et la comparaison des monuments qui, de l'avis général, produisent le meilleur effet ; elle a été formulée par *Palladio* et sa formule a eu l'acquiescement de la majorité des architectes. Cette formule n'est, bien entendu, pas absolue, les chiffres qu'elle indique ne doivent pas être acceptés *ne varietur*, ce sont tout simplement des indications dont on peut s'écarter, mais dont il convient, en règle générale, de ne pas trop s'écarter. Cette formule est d'ailleurs triple, c'est-à-dire que, pour les mêmes dimensions horizontales, elle donne trois hauteurs différentes, nouvelle preuve qu'elle laisse toute liberté à l'architecte ; c'est en un mot une *formule-conseil*, mais de bon conseil, car elle a la sanction de l'expérience et il serait présomptueux de vouloir s'en passer.

Or, pour une salle voûtée de 115 mètres de largeur

et 423 mètres de longueur la formule de Palladio donne les 3 hauteurs suivantes :

269, 220 et 181 mètres.

On objectera peut-être que cette formule a été établie pour des salles dont les dimensions différaient notablement de celles du Palais des machines et que de ce chef il y a motif à récusation.

Nous répondrons en faisant observer qu'en matière architecturale l'harmonie des proportions est indépendante de l'échelle de la construction, tout au moins qu'elle n'est guère influencée par cette échelle. C'est par ce principe que se justifie la coutume d'exécuter la maquette d'un monument afin de se fixer au préalable sur son aspect d'ensemble et l'harmonie générale de ses proportions.

Pour une salle voûtée qui aurait 11 mètres de largeur et 42 mètres de longueur il est indubitable que la hauteur devrait osciller entre 18 et 26 mètres, ou sinon elle manquerait d'aspect. Cela étant, il est tout aussi certain, que si la largeur et la longueur sont multipliées par dix, ce qui nous ramène aux dimensions du *Palais des machines*, la hauteur doit l'être également sous peine de sacrifier l'effet esthétique.

On objectera peut-être encore que de pareilles hauteurs, 181 à 269 mètres, étant hors de toute proportion avec l'échelle humaine, il en résulterait pour l'homme un effet d'écrasement qui pourrait lui être pénible à l'esprit.

Cela est possible.

Aussi nous ne soutenons pas mordicus que le *Palais des machines* eût dû avoir de 181 à 269 mètres de hauteur, mais il nous est avis, et le raisonnement ci-

dessus justifie cette manière de voir, que tout au moins la hauteur eût dû être équivalente à la largeur, c'est-à-dire avoir 115 mètres.

Au surplus, c'est ici une question de *to be or not to be*, du moment qu'on ne voulait pas donner une hauteur en concordance avec la largeur, il fallait diminuer la largeur. Voulant, par exemple, ne pas dépasser la hauteur de 45 mètres, il fallait subdiviser le *Palais des machines* en trois ou tout au moins en deux nefs, cela eût rétabli les proportions et l'effet eût été autrement majestueux.

Il est à remarquer qu'une construction peut être grande et cependant ne pas produire un effet de grandeur, tel est le cas pour le *Palais des machines.*

Par contre une construction peut être petite comme dimensions absolues et cependant donner l'impression de la grandeur, de la majesté, telles sont les belles constructions grecques.

L'arc de triomphe de l'Étoile à Paris est grand et il a de la grandeur.

Tout est une question de proportions.

Une des plus belles gares couvertes que nous ayons rencontrée est celle du *Midi* à Bruxelles. Toujours elle nous a frappé par ses proportions harmonieuses. Elle est subdivisée en trois nefs, et il se fait que chaque nef qui a 18 mètres de largeur a la même hauteur.

Les pavillons de tête de l'exposition de 1880 à Bruxelles ont une hauteur de 29 mètres pour une largeur de 38 mètres, et ils paraissent trop bas.

Pourquoi d'ailleurs craindre les dimensions en hauteur ? Imitons les Gothiques, eux tout au moins

n'avaient pas peur de la verticale, et ils n'ont, ma foi, pas trop mal réussi.

La nef de la cathédrale d'Amiens pour 15 mètres de largeur a 43 mètres de hauteur; celle de la cathédrale de Cologne, pour la même largeur, a une hauteur de 45 mètres.

Et il n'y a là aucune discordance de proportions, l'effet de ces nefs est solennel, autrement solennel que celui du *Palais des machines* où l'on n'a pas osé dépasser les 45 mètres. L'ingénieur moderne, ayant l'acier sous la main, a été en somme moins hardi et surtout moins heureux que le modeste bâtisseur du moyen âge.

La courbure de l'arc des voûtes est aussi très défectueuse au point de vue esthétique. Elle commence trop bas. Puisqu'on ne voulait pas donner de la hauteur réelle, il fallait tout au moins atténuer cette pénurie dans la dimension en produisant une impression d'élancement par le galbe donné aux arcatures; il fallait suivre le profil de *de Dion* et non celui de *Saint-Pancràs* qui, par la rentrée des reins de la voûte, au lieu d'exalter les hauteurs, contribue au contraire à les déprimer, à les faire paraître encore plus petites qu'elles ne le sont en réalité.

Les fermes des Palais des beaux-arts et des arts libéraux sont, sous ce rapport, beaucoup mieux tracées. Pour une largeur de 52 mètres elles ont une hauteur de 29 mètres et la courbure de l'arc, au lieu de commencer au niveau du sol, comme au *Palais des machines*, ne commence qu'à 15 mètres de hauteur (jusque-là les pieds des fermes sont verticaux), aussi ont-elles un aspect notablement plus dégagé, plus élancé, plus agréable enfin.

Nous disions encore que les proportions font défaut dans les détails des arcs du *Palais des machines.* En effet, les sommiers cintrés ont en moyenne une hauteur de $3^{m}50$ sur 75 centimètres de largeur, ils sont donc environ cinq fois plus haut que large ; ce hors de proportion produit très mauvais effet, la poutre n'est pas pondérée, elle n'a pas d'assiette, l'œil n'est pas rassuré, il craint instinctivement que le sommier ne se torde, ne gauchisse et ne s'affaisse sur lui-même. Toutefois, sous ce rapport, les sommiers du *Palais des machines* présentent une notable amélioration sur ceux des deux pavillons de tête de l'exposition de 1880 à Bruxelles. Ceux-ci, pour une hauteur de $1^{m}50$ n'ont que 17 centimètres de largeur, donc, sont neuf fois plus haut que large. Aussi on a beau être ingénieur, savoir que ces dimensions satisfont au calcul, qu'il n'y a aucun danger, que la raideur est suffisante, on ne peut, en les regardant, s'empêcher de craindre que ces lattes cintrées (il n'y a pas moyen de leur donner un autre nom), à un moment donné, ne s'affaissent sur elles-mêmes et ne se laissent choir sur le sol. C'est par de pareilles négligences esthétiques que les ingénieurs parviennent à donner au fer, cet élément puissant par excellence, un aspect grêle, frêle et malingre.

Nous estimons que la hauteur de ces sommiers ne devrait pas dépasser deux à trois fois leur largeur. Cette proportion donnerait de la fermeté aux arcs et c'est là un grand élément de beauté. Elle a d'ailleurs été suivie pour les sommiers des Palais des beaux-arts et des arts libéraux : pour une largeur de 80 centimètres, ils ont en moyenne une hauteur de $1^{m}60$, donc une hauteur double.

Au surplus, donner à une poutre des proportions ramassées est très avantageux au point de vue de sa résistance réelle. Nous estimons, par exemple, que prenant deux poutres, l'une qui aurait 1^m60 sur 0^m80 (Palais des beaux-arts), et l'autre 1^m50 sur 0^m17 (Pavillons de tête de l'exposition de 1880 à Bruxelles), le fer dans la première pourrait, à la flexion et par unité de surface, travailler à un taux de 25 % supérieur à celui de la seconde, tout en conservant la même sécurité. Nous ne nous attarderons pas sur cette proposition pour le moment.

Les sommiers du *Palais des machines* présentent encore un autre défaut, ils sont trop évidés. Sur la hauteur 3^m50 qu'ils occupent, il y a 2^m50 de vide et seulement 1 mètre de plein: à l'intrados et à l'extrados il y a 50 centimètres de tôle pleine et dans le vide central de 2^m50 on ne rencontre qu'un mince et maigre treillis qui disparaît dans la lumière du jour. L'intrados a l'air de n'être pas relié à l'extrados et l'ensemble paraît lâche, mou, sans vigueur, sans fermeté. Il se produit ici des effets de lumière sur lesquels nous devons insister.

La lumière joue un très grand rôle en architecture, elle a une très grande influence sur l'aspect des constructions. Elle ronge les masses et déforme les lignes. Regardez l'angle d'un édifice, pour peu que la lumière le baigne inégalement, il paraîtra creux. Regardez une barre horizontale exposée en pleine lumière, si celle-ci est irrégulièrement répartie, là où elle est la plus vive, la poutre paraîtra déprimée, ailleurs elle paraîtra relevée, elle aura en somme une forme ondulée, la ligne droite sera devenue irrégulière sous les diverses incidences de la lumière.

Ces effets peuvent aisément s'observer dans la plupart des gares couvertes, et notamment dans la gare de Gand.

Les Grecs connaissaient très bien ces phénomènes et ils en tenaient grand compte dans leurs constructions. C'est pour annihiler cet effet déformateur de la lumière (et aussi pour des raisons de perspective), que la ligne des architraves, frises et corniches de leurs monuments, au lieu d'être droite, était tracée légèrement concave sur l'horizon; c'est pour le même motif que le galbe de leurs colonnes est légèrement bombé; c'est aussi pour combattre cet effet corrodeur de la lumière que Vitruve recommande de donner aux colonnes angulaires d'un portique, lesquelles se détachent sur le ciel, un diamètre un peu supérieur à celui des autres colonnes afin qu'elles ne paraissent pas plus minces. Ce sont là des finesses, dira-t-on; parfaitement, mais c'est grâce à ces finesses que les profils grecs sont si doux, si moelleux et en même temps si fermes; qu'ils sont si idéalement beaux enfin.

Ces effets de lumière, si importants pour les constructions en pierre dont la masse est cependant puissante, le sont bien plus encore pour les constructions métalliques dont le volume est toujours relativement faible et les membrures si tenues. Pour quiconque observe les arcs du *Palais des machines*, surtout là où se produisent des alternances de lumière, il verra qu'en ces parties la poutre manque absolument de corps et de contenance, les lignes sont indécises, le treillis semble vibrer dans le jour, la lumière ronge et disloque le tout, l'ensemble manque de netteté et de fermeté. Ce grave défaut ne peut être évité qu'en faisant dispa-

raître le grand vide central qui éventre les sommiers; il faut ramasser la pièce, au lieu de $3^{m}50$ de hauteur lui donner 2 mètres et la faire pleine. De cette façon la membrure passera à travers la lumière comme un trait de force, elle ne se laissera plus entamer par le jour, elle conservera son individualité et surtout la pureté de son tracé.

La diminution de hauteur des sommiers aura un autre avantage: quand on les regardera de biais ils ne se projetteront pas l'un sur l'autre et ne se cacheront pas l'un l'autre; tandis qu'actuellement tout se confond, et la voûte métallique ne présente qu'un fourmillement inextricable de barres minces et grêles qui s'entrecroisent dans tous les sens et n'offrent à l'œil indécis aucune ligne dominante sur laquelle il puisse se reposer.

Ici encore, la voûte des Palais des beaux-arts et des arts libéraux présente des dispositions plus heureuses. Les arcs étant moins hauts restent parfaitement distincts les uns des autres et l'œil y voyant plus clair l'effet esthétique est d'autant plus intense.

Nous estimons donc que les sommiers cintrés du *Palais des machines* eussent dû être exécutés pleins et avoir une hauteur de 2 mètres et une largeur de $0^{m}75$.

Nous connaissons l'objection des calculateurs : la diminution de hauteur des sommiers entraîne une diminution correspondante du moment résistant et comme conséquence une augmentation de poids et de prix. Sous ce rapport la formule mathématique est formelle. Nous savons également que remplaçant les parois en treillis par des parois pleines, il y a encore une augmentation de poids et de prix. Tout cela est connu,

mais ne nous arrête pas. Il s'agit ici d'une construction édilitaire et non d'une construction industrielle, on ne peut donc faire abstraction du cachet esthétique. Le beau moralise le peuple, il élève son cœur et ses pensées. Par nécessité sociale il faut que dans toute la mesure du possible les monuments publics portent au front la sainte auréole de la Beauté. Malheureusement le beau en architecture nécessite souvent le sacrifice de l'économie, non pas que le beau soit le luxe, loin de là, mais il entraîne fréquemment certaines conditions peu compatibles avec la stricte économie; c'est un sacrifice qu'il faut savoir faire au nom des intérêts supérieurs de l'humanité. C'est pourquoi dans le cas qui nous occupe les dimensions principales des sommiers, hauteur et largeur, doivent être déterminées *à priori* par des considérations esthétiques; ce n'est qu'après que la formule mathématique interviendra pour fixer les épaisseurs de métal requises par la résistance. Donc, en premier lieu les lois esthétiques et puis la formule mathématique.

Que dire maintenant des tourillons du pied des grands arcs du Palais des machines? Cela rappelle vaguement, avec l'élégance en moins, l'étranglement qui existe au pied des colonnes égyptiennes. En réalité ce n'est pas beau. Cela manque d'assiette. L'œil n'est pas satisfait. Il est parfaitement vrai que ces tourillons facilitent le calcul et donnent plus de certitude à ses résultats, mais cela est insuffisant, car l'œil n'a pas ses apaisements. Cette disposition par tourillons est très savante indubitablement, très ingénieuse même, mais elle n'est pas naturelle, elle choque le sentiment que nous avons de la stabilité.

Inutile de le dire, nous sommes plein de respect pour le grimoire algébrique et nous y recourons même souvent, mais nous n'en sommes pas esclaves ; s'il conduit à des dispositions contre lesquelles notre œil proteste nous n'hésitons pas à les rejeter. Le jugement de l'œil n'est pas à dédaigner en matière de construction, c'était d'ailleurs quasi le seul guide des Grecs et des Gothiques; il procède d'une intuition supérieure qui a sa source dans le vrai et il est sage de s'en servir pour corriger les résultats de formules qui, en somme, proviennent d'hypothèses ne répondant qu'incomplètement à la réalité des choses. Là où l'œil n'est pas satisfait il est indubitable que la question de stabilité n'est pas complètement résolue, elle peut l'être pratiquement grâce aux coefficients de sécurité, mais complètement, notre sentiment nous dit que non. Tel est le cas pour les tourillons; si le pied des arcs était plat et s'appuyait largement sur le sol, ainsi que l'exige notre sentiment esthétique, la construction serait d'une stabilité, d'une solidité plus évidente à l'œil et par le fait même plus belle. Quant au calcul, il y aurait toujours moyen de donner à ses résultats la certitude voulue en faisant diverses hypothèses sur le point de passage de la courbe de pression à la base de l'arc et ensuite prendre pour chaque section le cas le plus défavorable.

Nous terminons ici les quelques critiques d'ordre esthétique que nous avions à présenter sur le *Palais des machines*. Que l'on veuille bien ne pas se méprendre sur les intentions qui nous ont guidé, nous admirons sincèrement la hardiesse raisonnée et la science de l'ingénieur, M. Contamin, et de l'architecte

M. Dutert, qui ont conçu, calculé et exécuté cette immense nef, nous y rendons hommage, c'est une œuvre qui marquera dans les annales de la construction et aura une grande influence sur les progrès de l'architecture métallique ; c'est uniquement en vue de collaborer au perfectionnement des types que déjà nous possédons que nous avons indiqué, travail relativement facile, ce qui d'après nous dans cette œuvre paraît susceptible d'améliorations. Au surplus nous sommes de l'avis de Philinte et avec lui nous répéterons : « La critique est aisée, et l'art est difficile. »

IV. — LES DÔMES.

Les dômes sont très nombreux à l'Exposition de Paris. Chaque pavillon, petit ou grand, a son dôme. Nous ne nous occuperons que des trois principaux : le *Dôme central* qui couronne l'entrée du Palais des expositions diverses et les dômes des Palais des beaux-arts et des arts libéraux ; ces deux derniers étant identiques nous n'avons en réalité à considérer que le Dôme central et celui des beaux-arts.

Le Dôme central a 30 mètres de diamètre dans œuvre et 55 mètres de hauteur sous clef. Le dôme des beaux-arts a le même diamètre environ et une hauteur de 46 mètres sous clef.

Ces deux dômes diffèrent essentiellement entre eux.

Le Dôme central est élevé sur 8 colonnes disposées circulairement, lesquelles soutiennent directement la ceinture du dôme.

Le dôme des beaux-arts au contraire est élevé sur 4 colonnes placées aux quatre sommets du carré cir-

conscrit à sa ceinture, les colonnes ne la rencontrent donc pas et le raccordement se fait au moyen de pendentifs.

En d'autres termes : le Dôme central est élevé sur plan circulaire sans pendentifs, celui des beaux-arts sur plan carré avec pendentifs.

Le Dôme central correspond aux dômes élevés sur tambour tels qu'on les construisait en Asie-Mineure avant le VIe siècle de notre ère, et qui d'ailleurs étaient une réminiscence de constructions romaines. Le dôme des beaux-arts rappelle au contraire ceux qui se construisirent, alors que les architectes de Sainte-Sophie à Constantinople eurent découvert le moyen d'élever un dôme rond sur plan carré. Cette découverte entraîna une révolution dans l'art architectural, elle fut le point de départ et constitua la caractéristique du style byzantin. Depuis lors, les dômes sur tambour furent abandonnés, c'était d'ailleurs une forme architecturale monotone, sans cachet, sans relief, que l'on avait subie jusque-là quoique laide et qu'on délaissa aussitôt que Sainte-Sophie eut montré l'effet grandiose des dômes sur pendentifs. Il est vraiment étrange de voir un architecte de la fin du XIXe siècle revenir à ce type suranné, et qui plus est, y revenir en employant le métal. C'était avouer que l'on ne pouvait ou que l'on n'osait avec cette matière tenace par excellence, réaliser les encorbellements qu'on réalisa il y a douze siècles avec de la simple maçonnerie. L'architecte moderne fut ici évidemment inférieur à la matière qu'il employait.

L'intérieur du Dôme central est très luxueux et cependant il ne produit qu'un effet bourgeois ; c'est de

l'architecture terre-à-terre, rien n'y parle à l'esprit, il n'y a pas d'imprévu ni de hardiesse dans cette construction, le génie de l'homme ne s'y dévoile pas ; on n'a pas su utiliser ni surtout faire valoir les qualités éminentes des matériaux mis en œuvre.

Tout autre est l'effet produit par le dôme des beaux-arts quoique sa décoration soit incomparablement moins riche. A première vue, et malgré certains défauts qui le déparent, il frappe et captive l'attention. La puissance du métal éclate dans ces encorbellements qui raccordent la forme ronde de la coupole à la forme carrée de la base ; il y a du style dans cette conception parce qu'elle exprime une idée, elle plaît parce qu'elle parle à l'esprit et lui dit les qualités de la matière employée et la science de l'architecte qui l'a mise en œuvre.

L'effet eût été bien plus intense encore si l'architecte, se dépouillant d'un reste de timidité, avait carrément rejeté toute réminiscence archéologique et résolument constitué son dôme métallique en concordance complète avec les propriétés du métal. Notamment pour ses pendentifs, pourquoi imiter ceux d'un dôme en maçonnerie ? Pourquoi ne pas les constituer d'un ou plusieurs arcs métalliques qui, partant de l'angle du carré et se recourbant gracieusement, eussent été s'arrêter contre la ceinture du dôme en la soutenant ?

Quant aux proportions d'ensemble des dômes elles nous paraissent bonnes; peut-être le Dôme central est-il un peu haut, vu ses dimensions horizontales.

Si nous passons maintenant à l'examen des proportions de détail, nous trouvons que la base du dôme du Palais des beaux-arts est notablement trop lourde, il

n'y a aucune pondération entre la coupole qui a l'aspect léger, et les piliers trapus, vraies pattes d'éléphant, qui la supportent. Ces piliers sont carrés, ils ont 2 mètres sur 2 mètres horizontalement et 15 mètres de hauteur seulement (jusqu'à la naissance des arcs), ils n'ont donc en hauteur que sept et demi fois leurs dimensions horizontales ; outre cela, ils sont en treillis, c'est-à-dire à jour. Donc, très ramassés d'une part et d'autre part laissant voir l'extrême minceur des éléments qui les composent, ils ont un aspect tout à la fois lourd et grêle, deux défauts très disparates, qui sembleraient même devoir s'exclure, mais qui ici, par extraordinaire, sont réunis et donnent à ces piliers un cachet de parfaite laideur. On s'est d'ailleurs aperçu de ce désastreux effet, et pour y parer et donner à ces piliers un certain corps on leur a créé des parois pleines en les garnissant de planches ! Inutile de dire que ce pitoyable remède n'a rien sauvé du tout, au contraire. Ces piliers eussent dû être exécutés en tôle pleine, ou tout au moins en treillis très serré ; outre cela, il eût été nécessaire de diminuer considérablement leurs dimensions horizontales, de façon qu'au lieu d'être lourds et grêles, ils parussent élancés et puissants tout en se reliant harmonieusement, comme effet de masses, à la coupole qu'ils supportent.

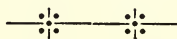
La retombée des arcs sur les piliers du dôme des beaux-arts se fait assez gauchement, l'architecte a évidemment été embarrassé, il n'a trop su comment relier ces arcs à leurs piliers. Quant aux têtes de taureaux qui constellent ces retombées elles constituent une décoration assez imprévue et nullement en rapport avec la constitution ou la destination de l'édifice.

Nous disons ci-dessus que les dimensions horizontales des piliers eussent dû être notablement réduites ; nous faisons là appel à une propriété très précieuse du métal sur laquelle nous nous permettrons d'insister, car lui seul la possède, à l'exclusion des autres matériaux de construction, pierre ou bois. En effet, ces piliers, qui actuellement ont 2 mètres sur 2 mètres, pourraient parfaitement être exécutés à 50 centimètres sur 50 centimètres, donc présenter une section horizontale 16 fois moindre, tout en conservant la même résistance, c'est-à-dire la résistance des piliers de 2 mètres sur 2 mètres; il suffirait pour cela que les épaisseurs des tôles et fers soient augmentées en conséquence. Ainsi donc avec le métal, l'architecte est parfaitement libre dans l'étude de ses effets esthétiques, il n'a pas à se préoccuper *à priori* de la question de résistance, il déterminera d'abord les grandes dimensions de ses piliers de façon à ce qu'ils s'harmonisent comme masse avec l'ensemble de l'édifice, et alors seulement il recourra à la formule mathématique pour se fixer sur la quantité de métal à renfermer sous les dimensions trouvées afin que la construction offre la résistance requise. Il est évident que la pierre ne laisse à beaucoup près pas la même liberté à l'architecte. Un pilier en pierre de dimensions données n'a qu'une seule résistance parfaitement déterminée, et si l'on modifie ses dimensions sa résistance varie proportionnellement; tandis qu'un pilier en métal peut présenter la même résistance sous les dimensions les plus variables, et si l'on conserve les mêmes dimensions il est susceptible de milliers de résistances différentes selon les épaisseurs dont il est formé. Il y a là

d'immenses ressources pour l'artiste, ressources encore négligées jusqu'ici d'ailleurs.

Moyennant le métal il est rendu indépendant de la matière.

Nous ne dirons qu'un mot de la couverture des dômes des Palais des beaux-arts et des arts libéraux. Elle est constituée de carreaux émaillés de diverses couleurs, où le bleu domine, qui sont agencés de façon à former des dessins très simples ainsi qu'il convient à cette altitude. C'est unc couverture très originale, très belle d'aspect, très monumentale même, très résistante aux intempéries et qui s'harmonise parfaitement avec l'ossature métallique qu'elle protège.



V. — ORNEMENTATION PROPRE AUX CONSTRUCTIONS EN MÉTAL.

Toute forme pour être belle doit être bien proportionnée d'abord, bien galbée ensuite et enfin convenablement décorée. La proportion et le galbe constituent la silhouette de la forme, nous nous en sommes occupés en faisant la critique des monuments de l'Exposition de Paris; il nous reste à traiter de la décoration.

La décoration est généralement très sobre à l'origine d'un nouveau style, riche et discrète quand il est arrivé à son plein épanouissement et enfin surchargée et surabondante vers son déclin.

La décoration est la pierre d'achoppement de l'architecture; il n'en faut ni trop ni trop peu; il en faut, pourrait-on dire, en concordance avec le tempérament de l'édifice. La forme toute nue, quelque bien silhouettée qu'elle puisse être, est généralement trop froide, trop austère, elle n'est pas suffisamment attrayante.

La décoration est le sourire de la matière.

Bien entendu le décor ne sauvera jamais la forme, elle doit être belle par elle-même ou sinon elle ne le sera jamais. C'est là un axiome de l'art décoratif.

La décoration doit être rationnelle, elle doit émaner de la forme et de sa destination. Ainsi que le dit CH. BLANC dans sa *Grammaire des Arts décoratifs*, la décoration doit découler de la construction. Elle doit

être comme une efflorescence de la forme construite, il faut qu'elle en sorte tout naturellement comme les branches et les feuilles sortent du tronc de l'arbre.

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, les constructions métalliques offrent des ressources *sui generis* sous le rapport décoratif : il y a les rivets, les couvre-joints, les assemblages et les treillis, quatre éléments susceptibles d'effets décoratifs très originaux et malheureusement trop négligés jusqu'ici.

Prenons les rivets : au lieu de la sempiternelle ligne droite suivant laquelle on les pose habituellement, ils pourraient parfaitement être distribués selon certains tracés géométriques ou de fantaisie.

Pourquoi, par exemple, en les posant sur l'âme ou les cornières d'une poutre, ne pas former des entrelacs, des chevrons, des postes, des grecques, etc.? Pourquoi au besoin ne pas les disposer selon certaines figures conventionnelles de feuilles ou de fleurs ? Cela ne compliquerait guère l'exécution et donnerait de l'intérêt à la construction, surtout si le tracé suivi était accentué en rehaussant les têtes de rivets d'une touche de couleur franche qui les ferait ressortir sur le fond de la poutre.

Quant aux têtes des rivets nous sommes d'avis qu'elles doivent conserver la forme naturelle que leur donne la bouterolle, c'est-à-dire la forme hémisphérique ou approchant. Vouloir obtenir un motif de décoration en leur donnant une forme plus compliquée, c'est se lancer dans de très grands frais de main-d'œuvre pour aboutir à un très maigre résultat, car les formes spéciales ainsi obtenues auront toujours

trop peu de relief que pour jouer un rôle décoratif sérieux dans l'ensemble de la construction.

Les couvre-joints peuvent également fournir un thème de décoration rationnelle et nullement sans saveur. Selon la destination de la construction les tôles devant servir de couvre-joint pourraient être découpées soit géométriquement, soit selon certains tracés de fantaisie, les bords pourraient être relevés et amincis en vrilles ou contournés en volutes, etc. Il y a là un vaste champ ouvert à la fantaisie de l'artiste.

Un point important en matière de couvre-joints, c'est d'éviter que par leur surépaisseur ils ne rompent la ligne de la poutre ; tel serait, par exemple, le cas d'une lame de couvre-joint appliquée sur les semelles ou les cornières d'un sommier et y formant ressaut brusque ; cette disposition doit toujours être évitée, car elle produit un effet des plus déplorables, on dirait un appareil posé sur un membre brisé. Les lames spéciales de couvre-joint ne doivent être employées que pour les âmes des poutres ; partout ailleurs, pour les semelles et cornières, il faut, au lieu de couvre-joints spéciaux, employer une tôle continue supplémentaire courant sur toute la longueur de la poutre et servant de couvre-joint là où nécessaire.

Il y a les assemblages, c'est-à-dire la rencontre de deux membrures sous un certain angle. Les cornières placées au fond de l'angle constitueront toujours la pièce de résistance des assemblages, mais on pourrait y ajouter des goussets horizontaux ou verticaux élégamment découpés ou forgés, goussets qui assureraient l'indéformabilité de l'angle, empêcheraient le roule-

ment de la charpente et donneraient du pittoresque à la construction. Pour les barres forgées destinées aux goussets des assemblages, la ferronnerie artistique des derniers siècles nous offre des types à l'infini depuis les plus simples jusqu'aux plus compliqués.

Enfin il y a les treillis. Pourquoi pour une charpente qui doit avoir un certain cachet, puisqu'elle est appelée à jouer un rôle dans un ensemble où tout est richesse et luxe, pourquoi traiter les treillis de cette charpente comme ceux d'un pont ? Pourquoi user de ce moyen, simple il est vrai mais par trop industriel, qui consiste à prendre pour treillis des lattes rectangulaires et à les assembler directement et alternativement à droite et à gauche des nervures de la poutre ? Pourquoi encore une fois, ne pas faire intervenir ici la forge et le découpage élégant de la tôle ? Ce serait coûteux, il est vrai, mais aussi ce serait beau et la membrure métallique aurait enfin du style, ce suprême désidérata de l'art ; et le métal perdrait cette réputation imméritée d'être rebelle à l'effet architectural. Jusqu'ici il s'est montré tel, il est vrai, rien d'étonnant à cela d'ailleurs, on l'a toujours voulu traiter et décorer par des moyens qui lui étaient complètement étrangers et avec lesquels il n'avait pas la moindre affinité ; c'est ce qui est encore arrivé à l'Exposition de Paris.

La décoration si naturelle, si rationnelle qui peut être obtenue au moyen des rivets, des couvre-joints, des assemblages et des treillis, on en a quasi complètement fait abstraction ; on a par contre eu recours à des placages de fonte, de staff, de stuc, de plâtre, de zinc repoussé, de bois... que sais-je encore... et le fer sorti tout grossier de l'atelier et affublé de ces oripeaux

étrangers fait aussi piètre figure qu'un rustre sous des habits royaux.

Par exemple, sur le treillis d'une poutre cintrée l'on peut voir collé un cartouche ébouriffé de fonte ou de carton-pierre, impossible de savoir au juste quoi. Que fait ce cartouche en cet endroit ? Quelle est sa raison d'être ? Quelle est sa filiation avec le fer qu'il recouvre ? Il n'y a pas de réponse possible à ces questions. Ce cartouche est une énigme absurde. Aussi l'on passe indifférent devant cette décoration cependant coûteuse et même luxueuse.

Ailleurs, on rencontre un pilier en fer portant un chapiteau classique en plâtre et se perdant du bas dans un piédestal en bois. L'on dirait un bon nègre tout nu les jambes dans des bottes de gendarme et la tête coiffée d'un casque de dragon. L'un n'est pas plus risible que l'autre.

Pourquoi à un pilier en fer faut-il nécessairement un chapiteau et un piédestal ? Mille fois mieux rien que cette défroque exotique.

Les colonnes du Parthénon n'ont pas de piédestal, ce qui n'empêche que le Parthénon est un chef-d'œuvre.

Qu'une bonne fois l'on abandonne ces oripeaux hétérogènes appliqués sur une ossature métallique, qu'on se débarrasse de ces réminiscences décoratives qui n'ont rien de commun avec l'architecture nouvelle absolument dissemblable de celles pour lesquelles elles ont été créées.

Pourquoi ne pas résolument vouloir tirer la décoration du métal lui-même ? là est la source de l'originalité. Si dans les commencements l'inspiration est rétive, patience ! Que l'on se contente alors de faire

du rationnel et le beau viendra tout naturellement après par surcroît. C'est d'ailleurs ainsi qu'ont commencé tous les styles. Au surplus qu'on veuille bien noter, en ce qui concerne le métal, que si on ne sait pas encore toujours faire beau, on est toutefois déjà sorti de la période où l'on ne savait que faire laid. Cependant le type décoratif du métal est encore loin d'être découvert. On croirait même à voir les constructions de l'exposition de Paris que les architectes ont perdu l'espoir de le découvrir à moins que pour la plupart, l'idée ne leur soit pas venue de le chercher. Les essais sont en effet très clairsemés, très timides, et cependant là où l'architecte a voulu se mettre à l'œuvre, là où il a franchement interrogé le métal et fait appel à ses seules propriétés, il est arrivé à des résultats tout à fait nouveaux, à preuve les colonnes en fer si intéressantes que M. Dutert a élevées sous les tribunes d'entrée et d'extrémité du Palais des machines. Deux tôles en croix élégamment découpées, s'élargissant au pied, s'amincissant au col et puis s'évasant en gracieuses consoles qui reçoivent la retombée des poutres, le tout réuni par des cornières et des goussets rivés ; voilà une composition vraiment originale qui fait le plus grand honneur à l'architecte qui l'a conçue et qui prouve les ressources du métal au point de vue purement décoratif. Ici il n'y a que de la tôle, des cornières et des rivets, et cependant l'effet est charmant. La colonne est svelte et puissante tout à la fois, elle a l'élégance d'une colonne mauresque tout en laissant deviner la robustesse du fer qui la constitue. C'est une vraie création. Il est fâcheux que toutes les constructions métalliques de

l'Exposition n'aient pas été traitées dans le même esprit. Cette colonne nous prouve que la cause du fer n'est pas perdue au point de vue décoratif et nous permet d'espérer que, poursuivant dans cette voie dégagée de toute réminiscence archéologique, la beauté latente du métal éclatera un jour à nos yeux émerveillés.

Colonnes en fonte. — Il est une remarque que l'on peut aisément faire en parcourant les constructions métalliques de l'Exposition de Paris, c'est le petit nombre de colonnes en fonte que l'on y rencontre. On dirait vraiment qu'il y a eu parti pris de les exclure. Cependant leur usage s'indiquait et s'imposait même dans diverses circonstances ; notamment il eût été de beaucoup préférable remplacer par de coquettes colonnes en fonte les massifs et peu élégants piliers en fer qui soutiennent les légères toitures des galeries situées à front des restaurants le long des Palais des beaux-arts et des arts libéraux. La fonte jouit, il est vrai, d'une très mauvaise réputation au point de vue esthétique ; l'horrible fonte de fer, disent les artistes !... et franchement on ne peut pas dire que cette réputation soit absolument usurpée. Reste à voir à qui la faute, à la fonte elle-même ou à la façon maladroite avec laquelle les architectes l'ont jusqu'ici mise en œuvre.

Prenant les choses au point de vue philosophique, il semble évident que la fonte, dont les propriétés constructives sont éminemment supérieures à celles de la pierre, doive au moins lui être égale si pas supérieure comme valeur esthétique.

Il est indubitable que si le génie de l'artiste grec s'était exercé sur la fonte, il en eût tiré une colonne

qui, au point de vue du beau, eût pu lutter avec la colonne dorique, ionique et corinthienne.

En d'autres termes, la fonte est susceptible de beauté ; comment ? Là est le problème, à nous de le résoudre.

Il est de fait que les colonnes en fonte actuelles sont généralement d'une vulgarité écœurante. Parmi des centaines de spécimens, nous n'en avons guère rencontré que deux qui eussent du cachet ; ces deux colonnes sont celles soutenant la charpente du hall couvert de la gare de Bruges : l'une est isolée et composée de 4 colonnettes distinctes réunies par des colliers ; l'autre est accolée au mur de clôture longitudinal de la gare. Ces deux types de colonnes respirent vraiment les propriétés de la matière dont elles sont formées ; en les voyant on se rend parfaitement compte qu'elles ne sont ni en pierre, ni en bois, mais bien en une matière homogène susceptible d'une grande résistance sous un faible volume. On peut ignorer qu'elles sont en fonte, mais rien qu'en les voyant on sent que la matière qui les constitue a pour qualité essentielle la robustesse. En un mot, ces colonnes sont pleines de style, parce que leur silhouette est en parfaite concordance avec les propriétés de la matière dont elles sont formées.

Voilà en effet la condition essentielle : pour donner du style à un membre d'architecture, il faut connaître les propriétés de la matière employée et aussi la manière dont elle doit être façonnée.

La fonte est une matière très volontaire ; elle se coule, c'est-à-dire qu'elle est susceptible de prendre toutes les formes depuis les plus simples jusqu'aux

plus compliquées, elle peut réaliser tout ce qu'on veut bien lui demander, que ce soit un clocheton gothique comme au beffroi de Gand, ou un campanille italien comme à l'hôtel-de-ville de Neuilly, rien ne lui est impossible, elle se plie à tout, mais à quel prix ? Généralement au prix de la beauté de l'œuvre produite.

Le couronnement du beffroi de Gand exécuté en pierre eût probablement été beau ; exécuté en fonte d'après le même dessin il est franchement laid. L'esprit le plus vulgaire se rend parfaitement compte que les refouillements de la pierre sont antipathiques à la fonte et il est choqué de l'usage maladroit qui en est fait. La maigreur de la fonte perce à travers les formes de la pierre sous lesquelles on la veut déguiser.

La fonte se coule généralement en lames minces de 10 à 30 millimètres d'épaisseur, exceptionnellement on va jusqu'à 60, aller au delà c'est outrepasser ses propriétés, car à moins de précautions spéciales et coûteuses la fonte, sous de fortes épaisseurs, devient mauvaise au centre et le surcroît d'épaisseur donné ne correspond plus à un surcroît de résistance.

Les colonnes en fonte ne se coulent jamais pleines, ce serait une faute, ce serait gaspiller inutilement la matière, car la partie centrale n'ajoute rien à la résistance, elle pourrait même la diminuer par les inégalités de contraction qu'elle provoquerait dans la masse lors du refroidissement. Si les proportions à observer entre les divers membres architecturaux d'une construction exigent une colonne de petit diamètre, donc pleine, il faut l'exécuter non pas en fonte, mais en fer, c'est-à-dire la former d'une barre laminée ronde ou polygonale.

Non seulement la fonte doit se couler sous des épaisseurs relativement faibles, mais encore elle n'admet pas de grandes variations d'épaisseur dans une même pièce. Si, par exemple, une colonne est coulée sous une épaisseur de 20 millimètres, on ne pourra, sous prétexte de décoration, lui donner en certaines parties des surépaisseurs de 50 millimètres et au delà, ce serait dangereux pour la solidité de la pièce ; il y a en effet à tenir compte des phénomènes qui se produisent lors du passage de la fonte de l'état liquide à l'état solide et aussi pendant le refroidissement de la pièce coulée. Le volume de cette pièce subit une contraction, c'est-à-dire une diminution simultanée de chacune de ses trois dimensions, longueur, largeur et épaisseur ; si la pièce est d'une épaisseur uniforme, elle se refroidit uniformément et la contraction se produit en parfaite concordance entre toutes ses parties ; mais si en certains points elle présente des surcroîts d'épaisseur, le refroidissement y est naturellement plus lent, la fonte y reste encore liquide alors que partout ailleurs elle s'est déjà solidifiée, la contraction en ces points est donc en retard et lorsqu'elle veut se produire la fonte qui s'est solidifiée dans le voisinage ne peut plus y satisfaire, ne sait plus se laisser aller, et de là des tiraillements dans la masse de la pièce, peut-être même des ruptures cachées, car la force de contraction est irrésistible, en tout cas un état de tension initial à la façon des larmes bataviques, tensions qui sous le moindre choc et quelquefois sans choc, sans cause apparente même, sous l'action d'un simple rayon de soleil par exemple, peuvent provoquer la rupture brusque de la pièce de fonte. Il résulte clairement de cet

exposé que la décoration d'une colonne en fonte pour être rationnelle doit exclure toute saillie accentuée et tout refouillement profond ; le principe de cette décoration est donc essentiellement différent de celui applicable à la pierre. Notre sentiment est ici d'ailleurs parfaitement d'accord avec notre raison ; aussi, quand nous voyons un fût cylindrique en fonte coiffé d'un ample chapiteau refouillé et se perdre du pied dans un de ces vastes tores comme ceux de la première époque gothique, nous nous rendons parfaitement compte que c'est là une forme contre nature qui ne se soutient que par des artifices de construction. De même à la vue d'une corniche en fonte tout le monde sent instinctivement qu'il n'y a là qu'un absurde mensonge architectural. Si l'on pouvait avec la fonte imiter la construction en pierre au point que l'illusion fût complète, les objections ci-dessus perdraient une grande partie de leur valeur, mais cette illusion complète est une impossibilité ; chaque matière a sa physionomie spéciale sur laquelle on ne peut donner le change et quoi qu'on fasse la fausseté de la construction toujours éclate aux yeux.

En définitif donc avec la fonte il faut des formes architecturales nouvelles, il faut des types nouveaux et une décoration nouvelle.

C'est à la découverte de ces types que nous devons appliquer nos efforts et pour cela tout d'abord, autant que possible, écarter toutes nos réminiscences archéologiques. Si nous avons à tracer le chapiteau d'une colonne en fonte ne pas nous rappeler ce qu'était celui d'une colonne grecque ou gothique, ces chapiteaux ont été créés et mis au monde pour une tout autre

destination que la fonte, mais nous demander ce que la raison nous indique comme devant se faire avec cette matière, voir notamment ce qui se fait dans les ateliers pour les colonnes de pure utilité ; il arrive souvent en effet que l'ouvrier, quoique n'ayant pour guide que son gros bon sens, donne inconsciemment du style aux ébauches qui lui sortent des mains et c'est le cas ici : les colonnes industrielles portent généralement en tête deux ou un plus grand nombre de petites consoles sur lesquelles viennent se reposer les pièces soutenues par la colonne ; examinant ces colonnes ainsi coiffées et faisant abstraction de la façon gauche avec laquelle généralement les consoles sont tracées, on ne peut méconnaître que cette combinaison a du style et que ces consoles, qui répondent d'ailleurs si bien à leur destination et à la nature de la fonte et se relient si naturellement au fût de la colonne, constituent l'embryon d'un type de chapiteau tout à fait original ; il suffirait que cette indication toute industrielle soit développée et vivifiée par le souffle de l'artiste.

Quant au fût d'une colonne en fonte rien ne s'oppose à ce qu'on le fasse rond, toutefois la forme ronde par elle-même est toujours un peu molle d'aspect et elle l'est surtout pour la fonte, ce qui tient à son mode de fabrication. La fonte en effet est moulée, et quelque soit le soin du moulage, le sable ne prend jamais avec une parfaite pureté de ligne la génératrice de la surface de révolution formant le fût, et la prendrait-il que lors de la coulée et du refroidissement, par suite des actions et réactions de la matière, cette pureté serait altérée ; il en résulte que regardant le fût rond d'une

colonne en fonte il apparaît toujours comme incertain de ligne, il flageole, son galbe manque de fermeté, c'est-à-dire produit une impression en contradiction avec la qualité essentielle de la matière employée. Cette impression ne se produit pas ou guère pour les colonnes polygonales ; à égalité de soins dans le moulage les arêtes du prisme, étant plus accentuées, donnent un galbe d'aspect plus ferme, plus puissant. L'observation est formelle sous ce rapport. Il est bien vrai que le moulage d'une colonne polygonale est plus coûteux que celui d'une colonne ronde, peu importe, les conditions esthétiques doivent l'emporter ici, et en règle générale il conviendra d'employer la colonne polygonale. Au surplus les consoles du chapiteau se rattacheront d'une façon plus naturelle à un fût polygonal qu'à un fût rond.

Quant à la base d'une colonne en fonte, inutile de se creuser la tête pour la faire tourmentée à la façon d'une base en pierre, inutile d'en imiter les creux profonds et les reliefs puissants; commençons par la constituer d'un simple plateau relié au fût par des nervures élégamment découpées et n'ayons pas peur de laisser voir les têtes des boulons qui fixent cette base ; bien entendu ces têtes devront être exécutées avec soin et avec goût, on ne se contentera pas des lourdes têtes telles qu'on les emploie dans l'industrie, mais on les élégira, on les décorera, on leur donnera une forme élégante enfin.

En ce qui concerne la décoration proprement dite des colonnes et autres éléments architecturaux en fonte, elle devra découler des propriétés que nous connaissons de ce métal. Les moulures seront peu

accentuées soit en creux soit en relief, et quant au dessin il devra en général être très simple de lignes, se borner à la silhouette des choses sans vouloir détailler. Il est en effet à remarquer que la décoration sur la fonte ne s'exécute pas à la main après coulée à la façon d'une sculpture ou d'une gravure ainsi que cela se pratique pour la pierre, non, la décoration est au préalable tracée dans le sable du moule, c'est-à-dire dans une matière relativement grossière qui ne comporte pas de fins détails ; et d'ailleurs quand bien même, en employant du sable tout particulièrement préparé, on parviendrait à les y imprimer, la fonte ne les prendrait pas, sa fluidité est insuffisante pour cela, la matière est trop pâteuse, elle n'y pénétrerait pas, elle se solidifierait avant d'arriver au fond. Sous ce rapport la fonte diffère considérablement du bronze qui, fondu, est beaucoup plus liquide, ce qui lui permet de prendre l'empreinte exacte de finesses absolument inaccessibles à la fonte. C'est d'ailleurs pour ces motifs qu'un chapiteau corinthien, par exemple, exécuté en fonte est toujours si grossier d'aspect ; le moule était parfait peut-être, mais la fonte n'a pu le reproduire exactement, elle s'est figée avant d'arriver aux derniers détails ; ajoutez à cela que pour la fonte il n'y a pas comme pour le bronze le correctif de la ciselure, d'abord la main-d'œuvre serait trop élevée vu le peu de prix de la matière, et ensuite la ciselure ne prendrait pas bien sur la fonte dont le grain est trop grossier. La seule main-d'œuvre que subit la fonte au sortir du moule consiste en un nettoyage et ensuite cette ciselure rudimentaire que l'on nomme l'*ébarbage*.

En résumé, la décoration appliquée à des pièces

de fonte devra avoir peu de saillie, peu de creux et être d'un dessin tout à fait élémentaire.

Si, par exemple, on veut représenter des fleurs, des feuilles, des personnages, le tracé devra être conventionnel, il faudra se borner à la simple silhouette de l'objet.

Ces principes étant observés toute décoration quelconque peut être figurée sur la fonte.

Les cannelures verticales seront aussi d'un bon emploi, mais il faudra en user avec modération. Elles ne pourront pas, par exemple, s'étendre sur toute la longueur du fût, il serait impossible sous ces dimensions de les bien mouler et assurer la correction des lignes ; on les limitera aux environs du chapiteau ou vers le pied de la colonne, ou bien encore intermédiairement entre deux nervures horizontales pas trop écartées. Les cannelures conviennent très bien pour la fonte parce que elles donnent l'impression de la dureté et de la fermeté de la matière employée, elles exaltent pour ainsi dire ces propriétés ; mais pour qu'elles produisent tout leur effet, le tracé ne peut pas être quelconque, ou ne peut notamment pas imiter le tracé usité pour les colonnes en pierre ; les cannelures sur la fonte doivent être étroites et serrées tandis que sur la pierre elles sont larges et écartées.

Une dernière observation avant de terminer cette théorie esthétique de la fonte : l'architecte doit exiger que toujours le moulage soit parfaitement exécuté, le galbe doit être pur, les lignes correctes et les détails bien nets. On ne peut passer aucune négligence à l'ouvrier mouleur, il n'y a aucune difficulté à bien mouler. Enfin comme complément d'un bon moulage,

il faut que le moule soit parfaitement séché avant que l'on ne procède à la coulée; si cette condition n'est pas remplie, la fonte prend mal les détails décoratifs et outre cela son aspect est plus rugueux, plus grossier.

Que de fois ne voit-on pas dans des constructions, qui cependant ont des prétentions monumentales, des colonnes décoratives en fonte exécutées en dépit du sens commun. Les chassis de moulage mal assujettis ont dévié et comme conséquence les deux moitiés de colonne ne correspondent pas, les décors ont été moulés à la diable, la pièce a à peine été ébarbée quelquefois même pas complètement nettoyée, et l'architecte a passé sur le tout et a accepté la fourniture ! Rien d'étonnant que dans ces conditions la fonte produise mauvais effet.

Quant à la qualité de la fonte, il faut toujours exiger celle de seconde fusion provenant du cubilot et refuser celle de première fusion produite directement par le haut-fourneau, celle-ci est toujours plus impure, plus pâteuse, moins fluide ; au surplus on y a généralement renoncé pour les pièces de moulage à cause de sa qualité insuffisante et surtout variable par suite des irrégularités d'allure du haut-fourneau.

Polychromie. — Il est un élément décoratif dont on a usé avec une réserve extrême à l'Exposition de Paris et qui cependant est susceptible d'effets puissants, la polychromie. C'est le décor appliqué le plus rationnel pour les constructions en fer. La peinture est un préservatif du métal et un moyen d'accentuation très énergique. On reproche au métal d'être froid et rude d'aspect, la peinture peut lui donner la chaleur de l'or et le moelleux du velours ; on lui reproche d'être grêle,

la peinture peut lui donner du corps et faire ressortir son ossature avec puissance au milieu des constructions avoisinantes. Quel effet magique, si le Palais des machines, au lieu d'être revêtu ainsi qu'actuellement d'une monotone teinte morte, eût été vivifié par une polychromie hardie lançant ses notes éclatantes et harmonieuses à travers cette forêt de métal, faisant valoir chaque élément à sa juste valeur et lui assignant dans l'ensemble une place en concordance avec son rôle constructif !

Toutes les grandes époques architecturales ont eu recours à la couleur pour souligner les membrures de leurs constructions et en égayer les masses. Les Égyptiens, les Asiatiques, les Grecs, les Romains, les Arabes, les Gothiques, tous ont coloré leur architecture. Les Grecs, ces artistes par excellence, ont même coloré le marbre blanc. Preuve évidente que la peinture est un accessoire quasi indispensable en architecture, et si elle l'est pour des constructions en pierre dont les masses sont puissantes, à bien plus forte raison doit-elle l'être pour des constructions en métal.

Pour le métal il faut des teintes franches et non des couleurs pâles, il faut le rouge vif (vermillon glacé d'un ton pourpre très brillant), le vert crû, le jaune orange, des noirs et des blancs purs, toutefois rarement des bleus, ils sont trop durs, trop froids. Ces teintes heurtées feront ressortir l'énergie constructive de la matière qu'elles recouvrent. Le système polychromique des Gothiques est ici susceptible d'heureuses applications.

Partout où nous avons vu la polychromie appliquée, même à faible dose, l'effet nous a paru très réussi. Citons

au hasard de nos souvenirs : les marquises de la gare de Neuss en Allemagne, les colonnes de l'hôtel des bains à Spa, les charpentes en fer du musée de Southkinsington et du Meat Market à Londres.

Que l'on ne s'y trompe toutefois pas, la polychromie est un art très délicat, c'est peut-être la partie la plus difficile de l'art décoratif, celle qui demande le plus de calculs et d'expérience précisément parce que ses lois, non formulées d'ailleurs, sont essentiellement variables en raison du lieu et de l'objet. Il faut l'harmonie des tons et des teintes et la coexistence de cette harmonie avec les formes architecturales. Pour des couleurs amorties cette harmonie est relativement facile à obtenir, mais pour des couleurs éclatantes la difficulté est excessive, toutefois pas insurmontable, à preuve les Gothiques dans leurs cathédrales et les Orientaux dans leurs tapis. Quoi qu'il en soit d'ailleurs, ces difficultés ne doivent pas nous rebuter, il faut oser, le progrès est à ce prix, et si la réussite ne couronne pas nos efforts, n'en soyons pas mortifiés, surtout ne nous décourageons pas, tirons parti de l'insuccès présent en vue d'un succès futur.

La nature de ce petit travail nous oblige à borner là nos observations quant à la polychromie des édifices en métal, le sujet est vaste cependant, mais il faut se limiter ; nous recommandons toutefois instamment l'étude de cette question.

Céramique. — Le compartiment de la céramique à l'Exposition de Paris est très important, il y a là des pièces splendides comme dimensions et comme fini d'exécution ; nous sommes en pleine renaissance de cet art magnifique des Persans et des Maures. Cette

renaissance vient d'ailleurs juste à point, car la céramique paraît devoir jouer un rôle important dans l'élaboration de la nouvelle architecture du métal, son emploi est tout indiqué pour la décoration intérieure et surtout extérieure des ossatures métalliques, elle est destinée à leur donner du relief, du brillant, du pittoresque. On en a fait un large et heureux usage à divers bâtiments de l'exposition, on a poursuivi en la développant la tradition inaugurée en 1878 et qui à cette époque a eu l'approbation et les encouragements de tous les connaisseurs.

Les dômes des beaux-arts et des arts libéraux, revêtus de carreaux émaillés bleu pâle, sont d'un effet très original ; il y a là une application nouvelle, très rationnelle d'ailleurs ; c'est une réminiscence orientale très en situation et s'adaptant parfaitement à une ossature en fer dont elle respecte les formes et laisse deviner la musculature tout en la protégeant efficacement contre les intempéries.

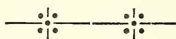
L'application faite à l'entrée du Dôme central est beaucoup moins réussie, c'est très riche indubitablement, mais l'effet est complètement manqué. L'architecte a perdu de vue ce principe essentiel de l'art décoratif que le revêtement d'une ossature, tout en la cachant, doit cependant en laisser deviner le système constructif si, bien entendu, ce système est rationnel. Nous ne sommes pas partisan quand même de la construction apparente, nous estimons que dans certains cas il convient que le métal ne se présente pas tout nu, surtout à l'extérieur, mais il faut cependant que toujours le mécanisme du système de construction se devine à travers l'enveloppe décorative, tout comme le squelette souple

et robuste d'un bel homme se devine à travers les chairs qui le recouvrent. Il faut que l'enveloppe céramique laisse entrevoir, ou tout au moins permette de pressentir l'ossature métallique. Pour mieux préciser, nous dirons par exemple, que si un pilier en fer est carré l'enveloppe céramique doit être carrée, si le pilier est en croix elle doit également être en croix. Moyennant l'observance de ces principes le décor céramique, quoique cachant complètement le métal, participera, pour ainsi dire, de ses propriétés, les reflètera à l'extérieur et par cette action et réaction entre le caché et le vu, constituera une ornementation originale. Ces principes n'ont malheureusement pas été suivis pour la décoration de l'entrée du Dôme central, le revêtement céramique qu'elle porte pourrait tout aussi bien convenir à une maçonnerie qu'à une ossature métallique ; c'est un revêtement pour une construction quelconque, sans aucune affinité avec la partie revêtue et qui par le fait n'a aucune signification. Même plus, par une malheureuse idée de l'architecte, les lignes horizontales dominent dans ce revêtement tandis que dans l'ossature qu'il recouvre ce sont évidemment les lignes verticales qui ont la prépondérance ; il y a donc discordance complète entre l'ossature et son enveloppe ; il était dans ces conditions absolument impossible de produire quelque chose qui eût du style ; on pouvait produire du riche, du luxueux même, du beau, jamais !

La céramique (réelle au fictive) a encore été appliquée, avec plus ou moins de succès, à divers autres monuments de l'Exposition. Quoi qu'il en soit de ces tentatives, quelqu'opinion que l'on s'en forme, il y a là évidemment un principe nouveau qui paraît appelé à

un grand avenir ; la céramique constituera indubitablement un élément très sérieux du nouveau style qui aura le métal pour base ; c'est d'ailleurs la matière qui par sa souplesse peut le mieux s'allier et s'harmoniser avec les formes du métal. Les premiers essais ne sont peut-être pas parfaits ; qui réussit du premier coup ? tels qu'ils sont, ils constituent cependant une sérieuse étape vers la réussite finale, ils permettent par la critique des résultats obtenus d'éviter les erreurs commises et il y a lieu de féliciter ceux qui se sont courageusement engagés dans cette voie nouvelle où tout est à créer.

En résumé, la céramique d'une part et la polychromie de l'autre nous paraissent constituer les deux décorations rapportées les mieux en harmonie avec les formes du métal. La céramique s'emploiera surtout à l'extérieur et la polychromie à l'intérieur. Les appliquant rationnellement à une ossature bien silhouettée on aboutira à une architecture originale.



VI. — AVENIR DU MÉTAL EN ARCHITECTURE.

Jetant un coup d'œil d'ensemble sur les constructions de diverses natures où le fer, la fonte et l'acier interviennent soit comme élément essentiel, soit comme élément accessoire, comparant les constructions actuelles avec celles d'il y a dix, vingt ou trente ans, on reste convaincu que le métal accomplit ses destinées et marche lentement mais sûrement vers la réalisation d'une architecture nouvelle.

Accueilli à l'origine avec une grande défiance,traité même avec dédain par les architectes qui d'ailleurs ne savaient pas s'en servir, il s'est petit à petit imposé par ses qualités éminentes. Tout d'abord on s'en est servi en le cachant soigneusement aux regards, puis timidement on l'a laissé entrevoir, finalement il s'est dégagé de ses langes et a carrément pris pied dans le domaine des arts en s'affirmant comme tel dans divers monuments. On le rencontre notamment à nu sous forme de poutres au théâtre flamand à Bruxelles et au Trocadéro à Paris ; sous forme de colonnes et de nervures de voûtes à la Bibliothèque Nationale de Paris, dans diverses églises et bien d'autres monuments encore, et partout où il a été traité avec intelligence il n'a rien laissé à désirer au point de vue esthétique.

En saurait-il être autrement d'ailleurs ? Comparé à la pierre le métal jouit de qualités supérieures et la

raison nous indique avec évidence que les effets esthétiques possibles doivent leur être proportionnés.

L'art procède, il est vrai, de diverses sources d'ordre moral et historique ; il est le reflet de l'état social, des sentiments religieux, politiques ou philosophiques régnant aux diverses époques, mais indubitablement aussi il s'inspire de la matière qui s'offre à lui.

Supposons que les Grecs, ces artistes par excellence, ou les Gothiques, ces constructeurs sans pareils, eussent eu à leur disposition le métal tel que nous le fournit l'industrie moderne, le métal, c'est-à-dire le roi des matériaux de construction, quels effets grandioses et d'une beauté sans pareille n'en eussent-ils par tirés, eux qui avec la vulgaire pierre ont su élever le Parthénon et lancer dans les airs nos cathédrales du moyen âge !

Les Gothiques se sont arrêtés alors que la pierre impuissante se refusait à leurs combinaisons hardies ; jusqu'où n'auraient-ils pas reculé les limites de l'art si à ce moment le métal moderne était venu se présenter à eux ?

Au XIIe siècle, après avoir pendant 150 ans tâtonné à la recherche d'un moyen pour équilibrer leurs voûtes, après avoir subi des catastrophes répétées, ils se résignèrent enfin, quoiqu'à regret, à employer des arcs-boutants. Ils tirèrent, il est vrai, un grand parti architectural de cette nécessité de construction, mais ils se rendaient parfaitement compte que ces étançonnements extérieurs en pierre ne satisfaisaient qu'incomplètement l'esprit ; en un mot, ils subirent l'arc-boutant faute de mieux. Le mieux leur eût été fourni par le métal. Moyennant le métal les voûtes de

nos églises peuvent s'équilibrer elles-mêmes sans arcs-boutants ni tirants. Même plus, le métal permet de réaliser les trois nefs d'une église, c'est-à-dire la nef centrale surélevée et éclairée par des fenêtres hautes et les deux bas-côtés, sans l'intervention de la double rangée de colonnes qui actuellement les séparent en occupant une place précieuse et surtout en interceptant la vue du chœur pour la moitié des fidèles. Ce n'est pas ici le moment de développer cette indication.

Il y a, il est vrai, certains architectes-archéologues qui envisagent l'introduction du métal dans les églises comme un quasi-sacrilège. Ce n'est pas dans les traditions gothiques, disent-ils. Cela est parfaitement vrai, mais si ce n'est pas dans les traditions, c'est uniquement parce que les Gothiques n'avaient pas le métal à leur disposition, car le métal est absolument dans la logique gothique, et les Gothiques, ces ingénieurs du moyen âge, l'eussent certainement employé avec enthousiasme si l'industrie de l'époque le leur eût pu fournir.

Bien entendu ils l'eussent employé avec intelligence et avec tact. Ainsi, jamais il ne leur serait venu à l'esprit d'exécuter en fonte la flèche du beffroi de Gand ou les clochetons de l'église des Rédemptoristines à Bruges ; par contre ils n'eussent certainement pas hésité à l'employer comme colonnes dans leurs églises et cathédrales, car c'est là un usage très rationnel et tout indiqué pour la fonte.

Certains architectes modernes sont déjà entrés dans cette voie et non sans succès. Les églises Saint-Augustin et Saint-Eugène à Paris, celle de Notre-Dame des Français à Londres, celle des Rédemptoristes à

Roulers et bien d'autres encore nous prouvent qu'il y a parfaitement moyen d'harmoniser des supports en fonte avec une enveloppe en maçonnerie. Les colonnes en fonte ne déparent nullement ces églises, tout au contraire ; il faut avoir l'esprit aveuglé par le préjugé archéologique pour ne pas l'admettre.

La Bibliothèque Nationale de Paris constitue encore un très bel exemple de l'alliance de la fonte et de la maçonnerie. Les élégantes coupoles en maçonnerie et céramique montées sur des arcs en fonte et supportées par de sveltes colonnes également en fonte constituent pour cette bibliothèque un intérieur très décoratif, très chaud d'aspect et d'une homogénéité parfaite.

Le métal est aussi d'un très bon emploi pour constituer les nervures des voûtes gothiques et son usage y est d'autant plus rationnel qu'en combinant l'arc doubleau de la voûte avec l'arbalétrier de la toiture il y a moyen de créer une ossature s'équilibrant elle-même sans l'intervention d'arc-boutant, de contrefort ou de tirant. Il est même à remarquer que l'entrait de la charpente disparaissant, la voûte de la nef peut être surélevée et empiéter sur le vide des greniers de l'église qui ainsi sont utilisés à l'intérieur du temple. Même plus, on peut avec le métal, ainsi que nous le disions ci-avant, constituer les trois nefs d'une église et les équilibrer parfaitement tout en supprimant les rangées de colonnes qui séparent la nef centrale des bas-côtés. Donc, ni arcs-boutants, ni contreforts, ni tirants, ni même colonnes intermédiaires, voilà ce que peut réaliser le métal tout en conservant les voûtes. Une matière permettant de pareils tours de force qui bien entendu ne sont pas des excentricités, car le

métal s'y prête tout naturellement et très rationnellement, doit nécessairement engendrer quelque chose de neuf.

Mais que faut-il pour hâter si possible l'éclosion de cette architecture nouvelle ?

Il faut, nous l'avons déjà dit, connaître les propriétés du métal, fer, fonte ou acier, et la façon dont on le travaille. Ce n'est pas tout, il faut plus encore. Connaître les propriétés de la matière n'est pas suffisant, il faut la dominer, il faut que l'architecte s'en rende maître afin que comme l'ingénieur il en puisse faire tout ce qu'il veut, qu'il la puisse plier à toutes les fantaisies de son inspiration, la façonner à sa guise et lui imprimer son cachet personnel.

Pour cela, outre les connaissances ci-dessus, il faut encore que l'architecte possède le calcul.

Le calcul seul peut dompter le métal.

Le calcul rend hardi sans être téméraire.

Moyennant le calcul tout est possible avec le métal.

Le calcul permettra à la nouvelle architecture de n'être ni imitatrice, ni éclectique, mais rationaliste et par le fait même originale.

Tout comme l'ingénieur il faut donc que l'architecte apprenne à calculer, il faut qu'outre la partie esthétique de son art il en étudie et approfondisse la partie mathématique ; il faut en un mot que l'ingénieur devienne architecte ou l'architecte, ingénieur ; il faut que les deux professions se confondent et qu'on en revienne, dans la mesure du possible, à ce qui existait aux époques gothiques et pendant la Renaissance, alors que l'on voyait un *Léonard de Vinci*, peintre, sculpteur, architecte et ingénieur, s'occuper simultanément de ces

travaux divers, se délassant de l'un par l'autre : canaliser l'*Arno* et édifier le dôme de *Milan*, tandis que pendant ses loisirs il peignait ses immortelles fresques et modelait son *Saint-Jérôme*.

De même, *Michel-Ange :* il lançait dans les airs le dôme de Saint-Pierre, il sculptait son *Moïse*, dirigeait les fortifications de Florence et peignait à la *Sixtine* son *Jugement dernier*.

On ne peut évidemment demander que nos architectes modernes soient de la force de ces encyclopédistes de génie, mais ce qui est indispensable, c'est qu'on en revienne sur le divorce qui depuis le XVIIe siècle existe entre l'art de l'ingénieur et l'art de l'architecte. Alors, l'emploi rationnel du métal comme organe architectural influera sur les formes de la pierre, et les deux éléments, fer et pierre, utilisés simultanément, concourant l'un et l'autre, chacun dans sa sphère, à l'harmonie générale de la construction, nous marcherons à grands pas vers la réalisation de cette architecture de l'avenir qui s'annonce comme devant être celle du XXe siècle.

Nous ne dissimulons pas que l'emploi du métal en architecture ne donne lieu à diverses objections qui ne sont pas dénuées de valeur et qu'il convient d'examiner sérieusement.

Les voici :

a) Les salles couvertes au moyen du métal sont froides en hiver et chaudes en été.

b) L'éclairage de ces salles est toujours défectueux et donne lieu à de nombreux inconvénients.

c) Le métal peut se briser inopinément.

d) Le métal est sujet à une destruction rapide par la rouille.

e) Le métal se comporte mal en cas d'incendie. Voilà les objections d'ordre constructif les plus courantes, nous allons les examiner une à une.

a) Les salles couvertes au moyen du métal sont froides en hiver et chaudes en été.

Ceux qui signalent cet inconvénient ont principalement en vue les salles d'exposition, les halls de nos gares, tous les vastes espaces enfin que le métal franchit sans appuis intermédiaires et où par économie on a réduit la couverture au strict nécessaire : un simple voligeage en bois recouvert de zinc ou d'ardoises. Il est indéniable que pour des salles ainsi conditionnées l'inconvénient ci-dessus signalé ne soit réel, mais il est à remarquer que cette disposition économique de la toiture n'est nullement imposée par la nature du métal, ces salles peuvent parfaitement être voûtées comme nos églises. On pourrait très bien d'une ferme à l'autre établir des arceaux en briques ou autres matériaux durs et ainsi mettre l'intérieur à l'abri des variations brusques de la température extérieure. Il est vrai que cette disposition augmenterait notablement le poids mort de la construction et par ricochet son coût, mais si le confortable est à ce prix il n'y a pas lieu de s'arrêter à cette objection. Au surplus, les voûtes en briques peuvent être remplacées par des voûtes beaucoup plus légères formées d'un treillis en fil de fer noyé dans une paroi en ciment ; ces voûtes, dont l'épaisseur varie de 2 à 4 centimètres seulement, sont d'une solidité parfaite aux charges et aux chocs. Ainsi, il résulte des expériences de M. l'ingénieur Cottancin qu'une dalle

en ciment et fil de fer, la dalle ayant un mètre de long sur un mètre de large et 45 millimètres d'épaisseur, étant appuyée à ses extrémités seulement, a pu résister avant rupture à une charge totale de 2763 kilogrammes, tandis que la même dalle en ciment sans fil de fer s'est rompue sous une charge de 517 kilogrammes; de plus il est à remarquer que la première dalle ne s'est rompue que graduellement et a pris, avant sa désagrégation finale, une flèche de 13 millimètres, tandis que la seconde, celle en simple ciment, s'est rompue brusquement et sans flèche appréciable.

Ces parois mixtes en ciment et fil de fer sont donc élastiques comme la tôle tout en étant plus rigides, elles ont en outre sur la tôle l'immense avantage de n'être pas perméables aux variations brusques de la température extérieure, elles participent sous ce rapport des propriétés des voûtes en maçonnerie.

Ce système permet l'exécution de voûtes d'une très grande portée tout en étant très légères, puisqu'elles n'ont que de 2 à 4 centimètres d'épaisseur ; de plus en vertu de leur élasticité ces voûtes s'harmonisent parfaitement avec les arcs en fer sur lesquels elles prennent appui, elles peuvent, sans inconvénient aucun, suivre ces arcs dans tous leurs mouvements de dilatation et de contraction, tandis que sous l'effet de ces mouvements, d'autant plus accentués que les portées sont plus grandes, les voûtes en briques, ou autres matériaux pierreux, seraient exposées à se crevasser et même à se disloquer.

Cette nouvelle application du ciment nous paraît appelée à un certain avenir. Nous ne croyons cepen-

dant pas que de pareilles voûtes aient déjà été exécutées, mais l'application en est évidemment possible et certainement elle réussirait puisque les parois en ciment sur treillis en fer ont déjà été appliquées à l'exécution de réservoirs pour distributions d'eau et y ont parfaitement résisté même en plein air et par les hivers les plus rigoureux.

L'expérience prouve que le ciment protège efficacement le treillis en fer contre la rouille ; de plus le fer et le ciment ayant une dilatation identique, il n'y a à craindre ni crevasses ni dislocation des parois sous les effets de la température.

Si, pour un motif quelconque, l'on ne veut pas recourir aux voûtes, on peut employer un hourdis, en terre cuite spéciale ou en ciment, appliqué directement sous les solives en fer qui supportent la couverture de façon qu'entre les deux il y ait une couche d'air qui forme écran contre les trop brusques variations de la température extérieure.

Inutile de faire remarquer que les voûtes ou les hourdis en ciment sont susceptibles de toute espèce de décoration.

Le remède contre l'inconvénient signalé sub Litt. *a* est donc facile à appliquer; il est vrai que par l'emploi de voûtes ou de hourdis on supprime complètement l'éclairage supérieur, nous verrons ci-après comment on peut avantageusement le remplacer.

b) *L'éclairage de ces salles est souvent défectueux et donne lieu à de sérieux inconvénients.*

Pour de vastes salles, comme les halls d'exposition, où les murs longitudinaux sont très écartés les uns des autres, il est impossible de compter sur les verrières

de ces parois pour éclairer tout l'espace intermédiaire, il faudrait leur donner une hauteur par trop considérable. Il est en effet à remarquer que dans les villes les rayons lumineux qui par les fenêtres pénètrent dans une salle ont au moins une inclinaison de 30 degrés sur l'horizon, ceux plus inclinés sont arrêtés par les constructions avoisinantes ; même, si l'éclairage intérieur doit être intense, il sera prudent de ne compter que sur les rayons lumineux compris entre la verticale et 45 degrés ; il en résulte que si la salle est éclairée d'un côté seulement, sa largeur ne pourra guère excéder la hauteur de ses fenêtres et si elle est éclairée des deux côtés, deux fois cette hauteur. Ces proportions peuvent être observées pour des constructions ordinaires, mais pour les vastes halls tels qu'en exigent les besoins modernes, cela est de toute impossibilité, on serait conduit à des hauteurs de fenêtres absolument inacceptables ; on a donc jusqu'ici été obligé de recourir à des vitrages disposés dans la toiture même ainsi que cela existe dans toutes nos gares et ainsi que cela s'est fait au Palais des machines et aux Palais des beaux-arts et des arts libéraux à l'Exposition de Paris. Pendant la durée d'une exposition industrielle, qui toujours a lieu à la bonne saison, cette disposition ne présente pas des inconvénients majeurs, sauf l'extrême chaleur qui en résulte, mais si le bâtiment est permanent, comme par ex., le Palais de l'Industrie aux Champs Élysées à Paris, et doit servir à diverses époques de l'année soit de salle de fête, soit de salle d'exposition de peinture et de sculpture, alors les inconvénients de ce mode d'éclairage peuvent devenir excessivement graves. Voici ce que dit à ce

sujet M. *Ch. Blanc* dans son ouvrage « *Les Beaux-Arts à l'Exposition Universelle de 1878* ».

« Dans un édifice destiné à des expositions, et qui, « étant vaste, doit avoir une hauteur proportionnelle « à sa largeur, la couverture vitrée est on ne peut « plus malencontreuse, et nous en avons fait nous- « même l'expérience, plus d'une fois, lorsque nous « avons eu à organiser le salon annuel, au palais des « Champs-Élysées. A tout instant, les infiltrations « d'eau de pluie et les suintements dus à la conden- « sation de la buée faisaient couler ou égoutter l'eau « sur nos têtes. Souvent des vitres brisées par le vent « tombaient en pièces sur les spectateurs, sur les ou- « vriers, et il va sans dire qu'il n'est pas facile de re- « mettre des carreaux, à une pareille hauteur, sur une « toiture convexe dont le châssis en fer encadre né- « cessairement des panneaux plus larges que ceux « d'une serre de jardin.

« De plus le jour aveuglant que versent les couver- « tures vitrées est si peu favorable à l'exposition d'un « objet d'art, qu'il faut une quantité prodigieuse de « toiles et de faux-plafonds en pans coupés en abat- « jour, pour tamiser, tempérer la lumière et pour en « corriger la mauvaise direction en rendant obliques « les rayons qui tombent perpendiculaires. Le tapissier « devient ainsi le collaborateur indispensable de l'ar- « chitecte, et l'on sait combien sa collaboration est « coûteuse ! Quant aux sculptures exposées dans le « jardin, frappées de ce jour funeste, enveloppées de « reflets, elles ne se modèlent plus ; elles reçoivent un « clair là où l'artiste prévoyait une ombre, et elles « n'offrent plus au regard que des formes aplaties,

« sans accent, parce que le relief n'en est soutenu par « aucune vigueur. Enfin, dans la saison d'été, les toi- « tures vitrées produisent une chaleur insupportable, « qui dispose tous les cerveaux à la congestion. »

Voilà exposés de main de maître les multiples inconvénients des toitures vitrées, inconvénients tout au plus tolérables dans une gare, mais contre lesquels il faut absolument se prémunir pour tout autre local quelle que soit sa destination.

Jusqu'ici cependant aucune solution n'a reçu la sanction de la pratique. Au surplus nous n'en connaissons qu'une seule, celle proposée par l'architecte Boileau en 1878. Son système consiste en une suite de fermes, les unes hautes, les autres basses, constituant une série de toitures, à deux ou plusieurs niveaux différents raccordées entre elles par des pignons verticaux lesquels sont vitrés et ainsi donnent l'éclairage à l'intérieur. M. Boileau donnait à cette disposition le nom de *halle-basilique*. L'application n'en a pas encore été faite ; il est toutefois indubitable que ce système éviterait la plupart des inconvénients ci-dessus signalés ; son grand défaut est de constituer un ensemble d'un aspect peu esthétique, manquant de grâce ainsi que le dit M. Ch. Blanc ; il est de fait que ces toitures alternativement hautes et basses produiraient en exécution un singulier effet. Quoi qu'il en soit, cette solution pourrait cependant, dans certains cas, être avantageusement appliquée.

Une disposition tout aussi efficace et notablement plus belle consisterait, d'après nous, à imiter le profil de nos églises avec nef centrale et bas-côtés, sauf à supprimer les colonnes qui supportent la nef centrale,

suppression possible avec le métal. La paroi verticale entre la nef et les bas-côtés serait garnie de vitrages et constituerait une claire-voie ou clair-étage. La nef et les bas-côtés pourraient d'ailleurs être voûtés. On aurait donc un vaisseau voûté, sans aucune colonne intermédiaire, dont les murs longitudinaux n'auraient qu'une hauteur modérée et dont l'intérieur serait copieusement éclairé dans toute sa masse par des vitrages verticaux, les uns placés dans les murs latéraux pour éclairer les bas-côtés, les autres à l'étage pour éclairer la nef centrale.

Voilà donc deux solutions, celle de M. Boileau et la nôtre, moyennant lesquelles les vaisseaux les plus larges peuvent être éclairés dans toutes leurs parties sans recourir aux toitures vitrées.

c) Le métal peut se briser inopinément.

Nous produisons ici cette objection contre l'emploi du métal, parce qu'elle a été faite et même a eu les honneurs de l'impression et que nous désirons la rencontrer pour montrer combien peu elle est fondée.

En règle générale les ruptures inopinées ne sont pas à craindre dans le métal, pourvu que les dimensions en aient été bien calculées et qu'il ait été judicieusement mis en œuvre.

C'est surtout la fonte que l'on a en vue en parlant de ruptures inopinées, et effectivement elle s'est quelquefois brisée sans cause apparente et dans des conditions qui pouvaient paraître inexplicables, mais qui en réalité ne l'étaient pas du tout. Ces ruptures étaient généralement la conséquence d'un tracé vicieux de la pièce de fonte : ou bien les épaisseurs étaient par trop différentes entre elles, d'où des refroidissements

inégaux ; ou bien encore les contractions des divers éléments de la pièce s'étaient contrariées l'une l'autre par suite du manque de liberté dans leurs mouvements, et de là, tout comme dans le cas des refroidissements inégaux, des tensions initiales quelquefois excessives ainsi que nous l'avons expliqué à propos des colonnes en fonte.

La fonte ainsi obtenue n'est plus en réalité un métal jouissant de l'intégrité de ses propriétés, c'est un métal énervé, c'est un métal qui par suite de maladresses dans sa mise en œuvre a perdu la majeure partie de sa résistance ;on peut même dire que souvent il a perdu toute résistance, car son équilibre moléculaire est devenu tellement instable que la moindre chiquenaude peut quelquefois en provoquer la rupture, rupture qui est surtout à craindre si la pièce travaille par traction. La conclusion est donc celle-ci : pour éviter les ruptures inopinées de la fonte, il faut en étudier le tracé en tenant compte des phénomènes qui se produisent lors du refroidissement, et ensuite éviter de soumettre les pièces de fonte à des efforts de traction, ne les employer que pour résister à la compression.

Le fer n'a jamais, à notre connaissance, présenté des cas de ruptures inopinées à moins que de grossières erreurs n'eussent été commises dans le calcul ou dans la disposition des pièces.

Quant à l'acier, qui est un métal récemment introduit dans l'art des grandes constructions métalliques, il a quelquefois aux essais, sur des pièces rivées, présenté certains phénomènes de rupture anormale, c'est-à-dire que ces pièces se brisaient longtemps avant que la charge de rupture, constatée par des essais préala-

bles sur des éprouvettes, n'eût été atteinte. Ce phénomène était dû à trois causes : l'emploi d'un acier trop dur, le perçage des trous à la poinçonneuse et enfin le rivetage à la main. Le remède est donc tout indiqué : employer de l'acier très doux, percer les trous non à la poinçonneuse mais au forêt, et enfin poser les rivets à la machine ; moyennant ces précautions l'acier présentera toute garantie de résistance, et les ruptures inopinées ne seront plus à craindre. La nature de cette étude ne nous permet pas de nous étendre plus longuement sur cette question.

En résumé donc, le métal, fer, fonte ou acier, offre toute sécurité pourvu qu'on le calcule sans erreur et que dans la mise en œuvre on ne lui impose pas un travail en discordance avec ses propriétés.

Mais il est une dernière objection que l'on pourrait faire et qui d'ailleurs a déjà été faite. A la longue, dit-on, le fer perd son nerf qui se transforme et passe à l'état grenu, sa résistance diminue, il devient cassant et même cassant comme du verre.

L'expérience contredit cette affirmation. On a essayé du fer provenant de vieux ancrages et aussi de vieux rails qui sont bien les pièces fatiguant le plus et travaillant dans les conditions les plus défectueuses; eh bien, toujours on a trouvé que la résistance était très considérable, même plus considérable que ce que normalement on rencontre aujourd'hui, et tout en tenant compte qu'antérieurement le fer était généralement de qualité supérieure, on a cependant cru s'apercevoir que cette qualité avait dû s'améliorer avec le temps. On est donc arrivé à une conclusion diamétralement opposée à l'affirmation ci-dessus. Cette conclusion est

d'ailleurs corroborée par certaines expériences directes faites dans ces derniers temps et d'où il semblerait résulter que le fer qui fatigue, qui travaille, qui résiste enfin, améliore ses qualités résistantes. Au surplus, nous croyons que jamais des ruptures inopinées n'ont été constatées dans de vieux fers, dans de vieux ancrages, par exemlpe, à moins qu'il n'y eut un défaut quelconque, une crique, une forte paille, une mauvaise soudure surtout, ou que la rouille n'eût pas trop entamé la section de la barre.

La plupart des vieux monuments de la Renaissance ne tiennent debout que grâce aux ancrages en fer dont ils sont enlacés. Les plates-bandes de la colonnade du Louvre, le frontispice du Panthéon et bien d'autres encore, ne s'équilibrent que grâce au lacis métallique qui en soutient toutes les parties. Cependant on n'a jamais éprouvé de mécompte, et la méthode qui consiste à consolider et relier les maçonneries au moyen du fer se continue encore de nos jours ; le Palais de Justice de Bruxelles est tout bardé de fer noyé dans les maçonneries, il n'eût d'ailleurs pas été constructible autrement ; sans le fer il tomberait en déconfiture.

La fameuse coupole de Saint-Pierre à Rome ne tient que grâce aux ceintures en fer qu'on a dû, peu de temps après sa construction, lui appliquer aux reins, qu'on a dû augmenter depuis et qu'on devra peut-être augmenter encore. Or, ce fer a dès l'origine travaillé dans des conditions excessives ; jamais la coupole n'a été en repos, depuis le jour de son achèvement elle est en mouvement comme le juif-errant, elle est à la recherche de son équilibre et n'a pu encore le trouver. Ce mouvement est imperceptible à l'œil, il

est vrai, mais il est très réel, car il s'affirme de siècle en siècle, et jusque dans ces derniers temps, par de nouvelles crevasses qui apparaissent dans les voûtes. Les ceintures en fer de la coupole n'ont jamais cédé (sauf une qui était trop faible). Cependant l'état dynamique de cette construction doit les soumettre à une bien rude épreuve et si le fer était sujet à changer de nature, à diminuer de résistance avec le temps, bien certainement qu'aucune des ceintures n'aurait pu tenir.

Puisque nous nous occupons de St-Pierre de Rome, nous dirons qu'il est de toute nécessité que sa coupole soit arrêtée dans son mouvement, car toute construction non en repos marche nécessairement à sa ruine, elle épuise une à une toutes les courbes d'équilibre possibles et puis finalement s'abat. Tel était le cas de la tour de la cathédrale de Bayeux, elle a été en mouvement pendant 450 ans, mouvement qui toujours a été en s'aggravant, peut-être par suite des forces vives accumulées, et le jour où l'on s'est décidé à la consolider elle était arrivée à l'extrême limite de sa vitalité, elle était dans toute la force du terme à la veille de tomber.

Le fer seul peut donner à la coupole de Saint-Pierre la stabilité qui lui manque, seul il peut la maîtriser dans ses mouvements; mais pour l'employer avec efficacité et l'appliquer au bon endroit il faudrait pouvoir connaître, en chaque point du dôme, le sens, la nature et l'intensité des mouvements qui s'y produisent. Le microphone relié à un téléphone serait peut-être ici d'un bon usage pour l'auscultation de cette construction. En effet les mouvements de la coupole sont nécessairement accompagnés de craquements,

infinitésimaux peut-être, mais probablement très perceptibles au microphone puisque cet appareil peut dévoilerle bruit de la marched'une mouche. Appliquant donc le microphone en divers points de la coupole, l'intensité des craquements qui s'y produisent dévoilerait l'intensité du hors d'équilibre qui y existe et fournirait des indications précieuses pour l'élaboration d'un projet rationnel de consolidation.

d) *Le métal est sujet à une destruction rapide par la rouille.*

Il est incontestable que le métal, fer, fonte ou acier, exposé sans aucun préservatif aux intempéries extérieures se rouille rapidement. Les écailles de rouille se détachent au fur et à mesure de leur formation et sur le métal ainsi constamment mis à nu la corrosion peut s'exercer sans trêve jusque destruction complète de la pièce attaquée. Cette destruction peut même dans certaines circonstances être excessivement rapide. La rouille a été la cause de la chute de plusieurs ponts suspendus, chute produite par la destruction des câbles enfouis dans les puits d'amarrage. Disons tout de suite cependant que ces accidents étaient uniquement dus à l'insouciance impardonnable avec laquelle les câbles d'amarrage avaient été laissés à eux-mêmes sans surveillance aucune. Même, pour beaucoup d'entre eux, cette surveillance était rendue impossible par la vicieuse disposition des puits d'amarrage ; il n'y avait aucun moyen d'accès aux câbles pour en constater l'état de conservation et au besoin les nettoyer et en renouveler la peinture.

Pour nous fixer sur la nature du préservatif à opposer à la rouille nous avons à en étudier les causes.

La rouille est due à l'action combinée de l'eau, de l'oxygène et de l'acide carbonique sur le fer.

L'eau seule, c'est-à-dire complètement exempte d'oxygène et d'acide carbonique, n'agit pas sur le fer à la température ordinaire.

L'oxygène et l'acide carbonique seuls ou mélangés n'agissent pas non plus.

De l'eau ne contenant que de l'oxygène en dissolution est également inactive, un morceau de fer peut s'y conserver indéfiniment.

De l'eau, contenant de l'acide carbonique attaque le fer, mais l'action s'arrête aussitôt que tout l'acide carbonique a été absorbé par le métal. Pour qu'elle puisse se continuer il faut la présence de l'oxygène. Voici alors la suite des réactions qui se produisent. L'oxygène décompose le carbonate de fer, il en expulse le fer sous forme d'oxyde, c'est-à-dire de rouille, et met l'acide carbonique en liberté, celui-ci aussitôt se reporte sur le fer, reforme du carbonate lequel encore une fois se décompose en engendrant de la rouille et ainsi de suite indéfiniment aussi longtemps qu'il y a du métal à l'état naturel.

L'eau atmosphérique, même à l'état de simple humidité, contient toujours de l'oxygène et de l'acide carbonique en dissolution, c'est pourquoi elle est si corrosive pour le fer.

En définitif, la rouille est due à l'action de l'humidité atmosphérique sur le métal. Si on le met à l'abri de cette humidité on supprime par le fait même toute cause de rouille. Le remède s'indique donc tout naturellement, il suffit de recouvrir la surface du métal d'une substance isolante imperméable à l'humidité.

Les procédés pour aboutir à ce résultat sont nombreux, il y a : l'*émaillage*, l'*oxydation Barff*, la *galvanisation* et enfin la *peinture*.

L'*émaillage* n'est pas applicable aux grandes constructions métalliques, il est par trop coûteux.

Le *procédé Barff* consiste à porter les pièces de fer, fonte ou acier, au rouge clair dans un courant de vapeur d'eau et d'acide carbonique. Le métal se couvre alors d'une couche d'oxyde magnétique brune, d'aspect métallique, très adhérente et qui à la température ordinaire est imperméable à l'humidité et absolument inaltérable ; cette couche d'oxyde protège donc efficacement le métal sous-jacent contre l'action des intempéries. Ce procédé revient en somme à produire à haute température une rouille spéciale qui, contrairement à celle produite à la température ordinaire, est adhérente, imperméable, absolument inaltérable et outre cela agréable d'aspect.

Ce procédé paraît avoir bien réussi pour les menus objets ; malheureusement il n'est pas applicable aux objets volumineux, on ne pourrait les introduire dans les fours de traitement ; le pourrait-on d'ailleurs que le coût serait trop élevé pour l'appliquer aux grandes constructions métalliques. Il est aussi à remarquer que la couche d'oxyde Barff n'a pas suffisamment d'élasticité que pour résister au travail mécanique du rivetage, elle s'écaille là où le travail a porté et laisse le métal à nu.

Enfin, il y a la *galvanisation* (inutile de parler de l'*étamage*) qui consiste à recouvrir à chaud la surface du métal d'une mince couche de zinc. Ce procédé est appliqué sur une bien plus grande échelle que le précédent : on l'emploie notamment pour préserver les

parois des réservoirs en tôle, on l'emploie aussi pour les poteaux télégraphiques en fer, pour les fils de fer et autres applications analogues, mais il n'est guère pratique pour de grandes constructions métalliques. D'abord il est trop coûteux, il coûte de cinq à dix fois plus que la peinture ; ensuite la galvanisation donne au fer une teinte gris zinc qui n'est pas du tout agréable ; enfin il est à remarquer que les cuves de galvanisation ont des dimensions limitées, quelque chose comme dix mètres en longueur sur cinq mètres en largeur ; il en résulte que pour des constructions importantes, la galvanisation doit se faire par tronçons et par conséquent dans les assemblages de ces tronçons le métal reste à nu, il ne peut être recouvert de zinc, il doit donc être protégé par un autre procédé, par la peinture par exemple ; c'est là une sujétion qui, par le système mixte qu'elle impose, enlève à la galvanisation une grande partie de ses avantages.

Mais il est une nouvelle considération à faire valoir contre la galvanisation, tout au moins quant à son application aux grandes constructions métalliques : pour qu'elle soit bien efficace, c'est-à-dire pour que la couche de zinc soit bien adhérente et sans solution de continuité, elle doit être exécutée avec les soins les plus minutieux, soins impossibles d'ailleurs pour une poutre rivée à cause des coins et recoins résultant de la superposition des éléments ; la surface à galvaniser doit être dépouillée de toute impureté quelconque, poussière, tache de graisse, traces de rouille ou sinon la couche de zinc n'adhère pas, elle s'écaille au bout de peu de temps et laisse le fer à nu exposé sans défense à l'action des intempéries. Ce serait un demi-

mal si la rouille n'attaquait que le fer de la partie dénudée, mais elle attaque aussi le zinc de la partie avoisinante et détruisant l'un et l'autre simultanément elle se propage beaucoup plus rapidement que s'il n'y avait pas de galvanisation, en d'autres termes, non seulement la galvanisation ne localise pas la corrosion, mais dans l'occurrence elle est une cause accélératrice de la destruction du fer; il se forme entre le fer et le zinc un couple électrique qui active les réactions chimiques et accélère la marche envahissante de la rouille. Aussi la moindre piqûre de rouille à la surface d'une tôle galvanisée s'étend très rapidement et de proche en proche finit par atteindre toute la surface en provoquant la destruction de l'enduit de zinc. Le même phénomène se produit si un objet en fer, un clou par exemple, vient se déposer sur une pièce galvanisée, la rouille du clou détruit le zinc de la galvanisation et petit à petit la corrosion s'étend à toute la surface. On a exécuté assez bien de toitures en tôles galvanisées, nous croyons que jamais elles n'ont rendu de bien bons services.

En définitif, ni l'émaillage, ni l'oxydation Barff, ni la galvanisation ne sont pratiquement applicables pour la préservation des grandes constructions métalliques, il n'y a comme procédé vraiment pratique et vraiment efficace que la peinture appliquée dans de bonnes conditions.

Une des conditions essentielles pour une bonne peinture, c'est qu'elle soit appliquée sur une surface absolument indemne de rouille. La rouille est un vrai chancre, une fois qu'elle a attaqué le fer il faut que par le limage ou le rabotage on l'extirpe jusqu'au vif ou

sinon on ne s'en débarrasse pas. On a beau nettoyer une tache de rouille avec les plus grands soins et même la laver avec de la térébenthine, à moins que la tache ne soit tout à fait superficielle, ou sinon il y a grand danger que la corrosion ne reprenne son activité, même sous les couches de peinture que d'ailleurs elle soulève en mettant le fer à nu.

Pour éviter toute rouille préalable les Hollandais, pour leurs ponts et charpentes métalliques, exigent qu'après perçage des tôles et fers et immédiatement avant l'assemblage (en vuedu rivetage) toutes les pièces soient décapées dans un bain chaud d'esprit de sel étendu d'eau, puis rincées dans un bain bouillant d'eau pure et aussitôt après dessication enduites d'une couche d'huile de lin cuite.

Ce procédé mis en œuvre avec soin est généralement efficace, mais il est coûteux ; son point faible c'est l'emploi de l'esprit de sel, cet acide peut être une cause de rouille s'il n'a pas été complètement extirpé par les lavages subséquents.

Le procédé ci-après nous paraît plus pratique et non moins efficace.

Les fers au sortir du laminoir et dans la halle de laminage même, donc avant toute atteinte possible de la rouille, seront enduits d'une couche préservatrice d'huile de lin cuite. Ils seront alors expédiés à l'atelier de construction dans des wagons fermés ou tout au moins bâchés. Le travail à l'atelier se fera toujours à couvert, jamais et pour n'importe quel motif à l'air libre. Les fers étant percés et prêts pour l'assemblage, on enlèvera au moyen de brosses en acier la couche d'huile de lin mise au laminoir et par la même

opération toutes les pellicules et battitures du fer seront également extirpées. On recouvrira ensuite toutes les pièces d'une couche de peinture au minium de fer et puis on procédera à l'assemblage et au rivetage.

Après cette opération tous les joints des tôles, cornières et rivets seront soigneusement mastiqués et sur le tout on étendra deux nouvelles couches de peinture à base de minium de fer ou de plomb et les pièces ainsi préparées seront prêtes pour l'expédition au lieu de montage.

La charpente métallique étant montée on procédera à un nouveau masticage général ; cette opération est de la plus haute importance et doit être conduite avec un soin extrême, car elle a pour but de remplir complètement tous les joints et interstices de la pièce et par là éviter que l'humidité corrosive ne puisse venir s'y loger.

Après le masticage on appliquera sur l'ossature métallique deux dernières couches de peinture à base de céruse, et d'une teinte quelconque.

Nous avons dit que la première couche de peinture devait être au minium de fer, c'est en effet la matière colorante qui adhère le mieux au métal, fer, fonte ou acier. Les couches subséquentes peuvent être *ad libitum* au minium de fer ou de plomb, ou à la céruse.

Toutes les matières colorantes doivent être absolument de première qualité, elles seront vérifiées chimiquement, car les fraudes sont fréquentes. Après vérification des précautions seront prises pour éviter toute substitution de matières.

L'huile de lin ne peut être trop jeune ou sinon la peinture n'atteint pas le degré de dureté voulu. Surtout

attention qu'on ne lui substitue pas le pétrole ou autres drogues analogues.

Le dosage des couleurs doit être vérifié ; la matière doit être broyée absolument impalpable.

Les couches de peinture, tout en étant bien fournies, ne peuvent cependant pas être appliquées trop épaisses ; surtout ne jamais accepter une couche épaisse en remplacement de deux minces. L'oxydation d'une couche trop épaisse est toujours incomplète et comme conséquence la peinture n'atteint pas le degré voulu de dureté et d'inaltérabilité. C'est pour le même motif que la couche suivante ne peut être appliquée que lorsque la précédente est parfaitement sèche.

La peinture ne peut être autorisée en temps de pluie ou lorsque les fers sont humides. Le temps sec et couvert est le meilleur pour cette opération.

Pour les parties métalliques qui pénètrent soit dans des maçonneries soit dans le sol il faut redoubler de soins ; outre les couches de peinture comme ci-dessus il convient de les enduire en sus de deux bonnes couches de goudron de houille, et des dispositions devront être prises pour que les parties cachées puissent être aisément visitées, vérifiées sur toutes leurs faces et au besoin nettoyées, réparées et repeintes.

Nous nous sommes assez longuement arrêté sur la question de la peinture à cause de son importance extrême au point de vue de la conservation du métal. Une ossature métallique peinte avec les précautions ci-dessus sera tout aussi résistante aux intempéries que le granit le plus dur, et surtout plus inaltérable que la plupart des pierres blanches dont on fait aujourd'hui usage dans nos constructions même monumen-

tales ; pareille ossature pourra durer indéfiniment pourvu qu'à intervalles réguliers, de cinq en cinq ans par exemple, on en renouvelle les deux dernières couches de peinture.

La méthode de peinture telle qu'elle vient d'être détaillée est parfaitement pratique et ne donne lieu à aucune difficulté spéciale dans l'exécution. Au surplus, compliquée ou non, il n'y a qu'une seule bonne méthode et c'est celle-là. Malheureusement elle est loin d'être généralement appliquée, les ingénieurs et architectes sont beaucoup trop coulants sur ce chapitre, ils ne paraissent pas se douter qu'une bonne peinture est aussi si pas plus importante que du bon fer ou un bon rivetage ; ils acceptent tout ce qu'on veut bien leur servir, aussi voit-on souvent que les ponts et charpentes exposées à l'air sont au bout de quelques années fortement attaqués par la rouille, et cela est mortel. Actuellement on en est encore, dans plusieurs pays et notamment en Belgique, en pleine période de négligence, d'indifférence en ce qui concerne la peinture des constructions métalliques ; on en reviendra alors que quelques ruines prématurées auront démontré la désorganisation que peut provoquer la rouille s'attaquant au métal.

Il est à remarquer que les précautions de peinture dont il est question ci-dessus ne concernent que les constructions exposées aux intempéries extérieures ou à l'humidité, partout ailleurs le fer ne court aucun danger du chef de la rouille,et par conséquent sa peinture peut être beaucoup plus sommairement traitée.

En résumé, la rouille est un ennemi sérieux des constructions métalliques, mais il est facile de se pré-

munir contre son action et de l'annihiler au point de donner aux constructions en fer, fonte ou acier, l'inaltérable durée du granit.

Avant d'abandonner cette question, voici, tirés du *Moniteur des produits chimiques*, quelques renseignements intéressants sur la peinture de la tour de 300 mètres à Paris.

Ses fers ont reçu trois couches : une au minium avant la sortie des pièces de l'atelier, puis deux autres après l'achèvement du montage de la tour. La dernière couche est constituée d'une peinture vernissée spéciale qui forme sur le fer une espèce de glacis d'une grande dureté ; ce glacis a pour effet d'aviver les couleurs et de les conserver plus nettes, car la poussière s'y attache plus difficilement.

Cette dernière couche de peinture présente cinq teintes différentes, de la base au sommet de la tour : du pied à la première plate-forme la couleur est d'une teinte bronze barbedienne foncée, tirant sur le rouge ; de cette première plate-forme à la seconde, même teinte, mais plus claire; de là jusqu'au sommet trois teintes graduées de moins en moins foncées, de façon que la coupole est presque jaune d'or. Par suite de cette dégradation des teintes il se produit un phénomène optique qui a pour effet de donner de l'élancement à la tour et la fait paraître plus haute qu'elle ne le paraîtrait si la couleur était d'une teinte uniforme de haut en bas.

On remarquera que la tour n'a pas été peinte conformément au programme que nous avons tracé ci-avant, aussi nous sommes d'avis que cette peinture, malgré sa dernière couche vernissée, est trop sommaire

et que pour assurer l'avenir de la construction il y aurait lieu de mastiquer tous les joints d'abord et ensuite augmenter le nombre de couches de peinture.

Nous ajouterons enfin, toujours d'après le même journal, que la surface développée des différents ferrements de la tour représente environ 125000 mètres carrés, soit douze hectares et demi, et que les trois couches de peinture appliquées sur cette surface pèsent ensemble 30000 kilogrammes, c'est-à-dire que le poids de la tour a été augmenté d'autant par suite de l'application de la peinture.

e) *Le métal se comporte mal en cas d'incendie.*

Cette assertion est vraie ou fausse selon les cas, il y a à distinguer.

Une construction dans laquelle il n'entre que le métal, fer, fonte ou acier, et la pierre ou la terre-cuite, peut dans la généralité des cas être considérée comme hors des atteintes du feu, c'est-à-dire que le contenu, meubles, tentures et boiseries accessoires, peut brûler sans causer des dommages sérieux à la construction proprement dite, elle reste intacte et surtout ne propage pas l'incendie.

On a vu à Paris, dans des maisons constituées comme il est dit ci-dessus, des feux de chambre durer des heures entières et consumer tout l'intérieur sans que le voisinage en eût le moindre soupçon.

Mais il en est tout autrement si une pareille construction, incombustible cependant, contient une grande quantité de matières combustibles et que le feu vienne à s'y mettre. Sous l'action de la chaleur intense développée les colonnes en fonte entrent en fusion, les supports et sommiers en fer portés au rouge perdent

toute résistance, de plus ils se dilatent énormément et se tordent dans tous les sens ; comme conséquence de cette désorganisation de l'ossature métallique les étages s'écroulent les uns sur les autres et les murs, tiraillés dans tous les sens, sont culbutés soit à l'intérieur soit à l'extérieur, en un mot, la ruine est beaucoup plus complète que si les supports, les planchers et les charpentes des toitures eussent été en bois.

Les deux cas ci-dessus se sont très nettement présentés lors des fameux incendies de Chicago et de la Commune de Paris. Les constructions ordinaires, servant tout simplement d'habitations et contenant peu de matières combustibles, sont restées indemnes ; celles au contraire qui pour un motif ou un autre en contenaient beaucoup ont été ruinées de fond en comble.

Le capitaine Shaw de la brigade des pompiers de Londres dit que lorsqu'un incendie intense éclate dans un immeuble à ossature métallique, les hommes courent, à cause des écroulements possibles, beaucoup plus de dangers que si l'ossature était en bois.

Quoi qu'il en soit cependant, il est évident, ainsi que le dit Viollet-le-Duc, que si les maisons et monuments de Paris, au lieu d'être en majeure partie à ossature en fer, eussent été à ossature en bois, le désastre lors de la Commune eût été autrement grand, des quartiers entiers eussent infailliblement disparu dans la conflagration. Le fer, si quelquefois il provoque des écroulements, tout au moins jamais ne fournit un aliment à l'incendie et ne favorise sa propagation, il l'étouffe sous lui.

Nous disions ci-dessus que la fonte au milieu d'un incendie intense peut entrer en fusion et, se dérobant sous les charges, provoquer des écroulements ; si l'in-

tensité du feu n'est pas telle que la fusion des pièces de fonte puisse s'en suivre il existe cependant un autre danger presque aussi grave : les colonnes en fonte portées à une haute température et venant à recevoir brusquement sur l'une de leurs faces le jet des pompes à incendie sont exposées, par la contraction violente et irrégulière qu'elles éprouvent, à se briser. Le fait s'est présenté à Berlin il y a quelques années, lors de l'incendie d'un grand édifice. La plupart des colonnes en fonte supportant les étages ayant été soumises au jet des pompes ont été trouvées brisées complètement ou présentant des fentes très graves. C'est à la suite de cette constatation que la municipalité de Berlin publia un règlement interdisant l'emploi des colonnes en fonte dans les bâtiments dont les étages inférieurs servent de magasin ou d'atelier et dont les supérieurs sont habités ; ce règlement ne permettait que des colonnes en fer ou des colonnes en fonte munies d'une enveloppe isolante de façon que le jet d'eau ne pût jamais les atteindre. Il est cependant à remarquer que les colonnes en fer elles-mêmes ne présentent pas toute sécurité, car se trouvant dans un foyer intense et étant refroidies brusquement elles sont exposées à s'infléchir; ces inflexions, il est vrai, sont beaucoup moins dangereuses que la rupture des colonnes en fonte, car elles n'entraînent pas en général la chute immédiate des étages, on a le temps d'établir des étançonnements et de changer les colonnes.

En résumé, si on veut une construction à l'épreuve du feu il y a à distinguer selon sa destination.

Pour des bâtiments où jamais il n'y aura une grande accumulation de matières combustibles, et c'est le cas

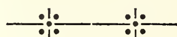
pour les neuf dixièmes, le fer et la fonte peuvent être employés à nu. Il n'y a aucun danger. Lors de la Commune on a vu à Paris des maisons, des magasins, être incendiés de fond en comble sans que les supports en fonte du rez-de-chaussée et des étages eussent subi la moindre altération.

S'il s'agit au contraire de locaux devant contenir de grandes quantités de matières combustibles, il y a lieu de prendre des précautions spéciales : le fer et la fonte ne peuvent y être employés à nu, cela afin d'éviter un échauffement trop intense en cas d'incendie et aussi l'éventualité d'un refroidissement trop brusque par le jet des pompes à incendie ; les colonnes seront entourées d'une gaîne en plâtre, en ciment ou en terre-cuite; les sommiers en métal seront noyés dans la maçonnerie ; pour les plafonds constitués de voussettes en briques sur poutrelles en fer, la maison Doulton de Londres fournit des briques spéciales embrassant tout le pourtour des poutrelles et les englobant complètement de façon que la flamme ne puisse jamais les atteindre. Enfin, comme dernière précaution, il faudra ménager aux sommiers la possibilité de se dilater.

Mais si les matières à emmagasiner sont très considérables, très combustibles et ont un pouvoir calorifique très élevé, les précautions ci-dessus sont encore insuffisantes. Dans ces cas le métal doit être complètement exclu de la construction, celle-ci doit être constituée exclusivement avec de la brique: voûtes en briques sur piliers en briques. La pierre de taille elle-même ne peut-être employée ; aucune, sauf les laves, ne résiste à l'action d'un feu intense : les calcaires éclatent et se dénaturent, les granits se brisent, les pierres

de nature shisteuse volent en morceaux, seule la brique résiste, seule elle est vraiment à l'abri des atteintes du feu, on l'a constaté lors des incendies de Paris et de Chicago. Le béton de ciment se rapproche toutefois des propriétés de la brique, cependant il est encore sujet à se fendiller.

En résumé, dans la majorité des cas le métal n'a rien à craindre d'un incendie, ce n'est que dans quelques circonstances spéciales qu'il faut en éviter l'emploi ou prendre certaines précautions.



VII. — CONCLUSIONS.

Nous voici parvenus à la fin de cette étude sur l'architecture métallique en ce siècle.

Nous avons établi le bilan de ce qui déjà a été fait, nous avons détaillé les ressources du métal au point de vue constructif et esthétique, nous avons démontré qu'il est destiné à faire sortir notre art architectural du marasme dans lequel il végète depuis bientôt deux siècles et demi et nous délivrer de l'archéologisme, de l'éclectisme et du poncisme. Nous avons sommairement et impartialement exposé les diverses objections que l'on a pu élever contre l'emploi du métal dans les constructions et avons prouvé que ces objections sont en général peu fondées ou tout ou moins peu graves, qu'il y a parfaitement moyen de parer aux inconvénients signalés et qu'en tous cas ils ne sont pas de nature à entraver la marche en avant du métal vers la conquête de ce qui sera, sans aucun doute, l'architecture du XX[e] siècle.

D'aucuns se demanderont probablement quel pourra bien être le caractère distinctif de cette architecture nouvelle. Aura-t-elle la douce sérénité de l'art grec, où la majestueuse grandeur de l'art romain et byzantin ? Sera-t-elle mystique comme l'art gothique, sensuelle comme l'art arabe ou fantaisiste comme notre Renaissance ? En un mot, quelle sera son originalité propre ?

Question difficile à résoudre comme bien on le

pense, et qui au fond doit assez peu nous importer et surtout guère nous préoccuper. Cette architecture sera ce qu'elle doit être, laissons faire les hommes, le temps et les circonstances et que notre seule préoccupation dans la poursuite de cet art nouveau soit, non pas de produire un effet quelconque, mais d'être vrai, vrai dans l'expression de nos sentiments, vrai dans les moyens que nous mettrons en œuvre, vrai surtout dans le rôle que nous ferons jouer au métal. Le vrai en tout et partout, telle doit être notre devise intransigeante, car par le vrai nous arriverons infailliblement au beau. Le vrai et le beau sont corrélatifs, jamais ils ne se contredisent formellement, entre eux il n'y a pas de réel antagonisme possible.

Au point de vue moral la nouvelle architecture sera le reflet de notre cœur, de nos mœurs et de nos institutions. Au point de vue physique elle sera le reflet des propriétés du métal, et si, à ce dernier point de vue, il est permis d'établir une prévision, nous dirons, nous basant sur la résistance bien connue du métal, fer et acier, à l'extension et à la flexion, que la nouvelle architecture se distinguera surtout par la hardiesse de ses encorbellements, la puissance et la fierté d'allure de ses membrures, leur légèreté et robustesse d'aspect.

Nous avons au cours de cette étude exposé les principes fondamentaux à observer pour parvenir à ces résultats, nous avons également indiqué les sources d'une décoration propre au métal; surtout nous avons itérativement insisté sur ce point que pour les constructions métalliques les dimensions d'ensemble, en vue de pondérer et d'harmoniser les masses,

doivent être déterminées *à priori* par des considérations esthétiques et qu'après seulement il y a lieu de recourir à la formule mathématique pour se fixer sur la question de résistance. Qu'on ne se méprenne toutefois pas sur nos intentions, nous n'avons pas eu l'outrecuidante prétention de formuler *à priori* le code d'un style nouveau ; nous savons parfaitement qu'un style ne se crée pas artificiellement de toutes pièces, qu'il faut que naturellement il naisse des circonstances. Or, ces circonstances spéciales existent et l'architecture nouvelle qui doit y satisfaire a déjà fait son apparition dans ses grandes lignes, et c'est précisément par l'étude et la comparaison de ses premières ébauches que nous avons pu formuler les principes fondamentaux dont il est question ci-dessus.

L'éminent critique d'art, L. Vitet, disait en 1838 : «... Soyez bien certain que s'il se manifestait dans la « société un de ces grands faits que l'architecture a la « propriété de réfléchir,une forme nouvelle apparaîtrait « aussitôt. »

Or,ce « grand fait » s'est produit au cours du demi-siècle écoulé depuis l'époque de Vitet. D'une part les institutions modernes se sont profondément modifiées dans le sens démocratique ; d'autre part la civilisation matérielle, aiguillonnée par les chemins de fer, le télégraphe, le téléphone et les multiples et diverses applications de la vapeur et de l'électricité,a pris un développement inouï ; les principales agglomérations urbaines se sont accrues dans des proportions inespérées ; les conditions économiques se sont complètement modifiées par une accumulation excessive de richesses ; de là, des besoins nouveaux,besoins qui dans l'ordre architectural

se sont traduits par des aspirations grandioses vers le vaste, le puissant,aspirations que les anciens systèmes architectoniques, basés sur le bois et la pierre, ne pouvaient satisfaire, mais qui, par une coïncidence providentielle, ont trouvé dans le métal un élément capable de réaliser tous leurs désidératas.

Ainsi donc, d'une part aspirations nouvelles, d'autre part élément constructif nouveau capable de les satisfaire, voilà les deux facteurs, d'ordre moral et d'ordre matériel, de la nouvelle architecture actuellement en voie d'élaboration.

A nous, architectes et ingénieurs, de poursuivre l'œuvre commencée, à nous de tirer du métal ses dernières conséquences constructives et sa quintessence esthétique, à nous, en un mot, de hâter le plein épanouissement de ce style dont nous voyons poindre l'aurore à l'horizon. Pénétrons-nous de l'esprit des Grecs et des Gothiques et par l'application des progrès de la science et de l'industrie modernes renouvelons les formes architecturales. Innovons avec hardiesse, là est la source du progrès; si les premiers essais ne répondent pas à notre attente, innovons encore quand même, et si le succès ne couronne pas nos efforts, patience ! et honnis soient ceux qui en mal parleront.

La poussée en avant du métal est irrésistible. Les artistes à esprit rétrograde qui ne savent pas apprécier le nouveau parce qu'il sort des formules reçues, qui trouvent même très spirituel de jeter le sarcasme aux efforts que font de plus courageux qu'eux, qui voudraient étouffer le progrès parce qu'ils ne sont pas organisés pour le suivre, qui enfin comme les hibous

voudraient nier la lumière du soleil, pourront peut-être retarder la date du triomphe final mais rien de plus. Le métal triomphera malgré tout, telles sont ses destinées, et les siècles qui nous suivront verront le plein épanouissement d'une architecture qui, au point de vue constructif, sera éminemment supérieure à celles des Grecs et des Gothiques et, au point de vue esthétique, n'aura rien à leur envier.

FIN

TABLE DES MATIÈRES

Imprimerie Desclée, De Brouwer et Cie, Bruges.

Du même Auteur :



Étude sur les Ressorts à spirale plane et conique et les ressorts à hélice, 1886, E. Ramlot, Bruxelles. ... ... fr. 3,50